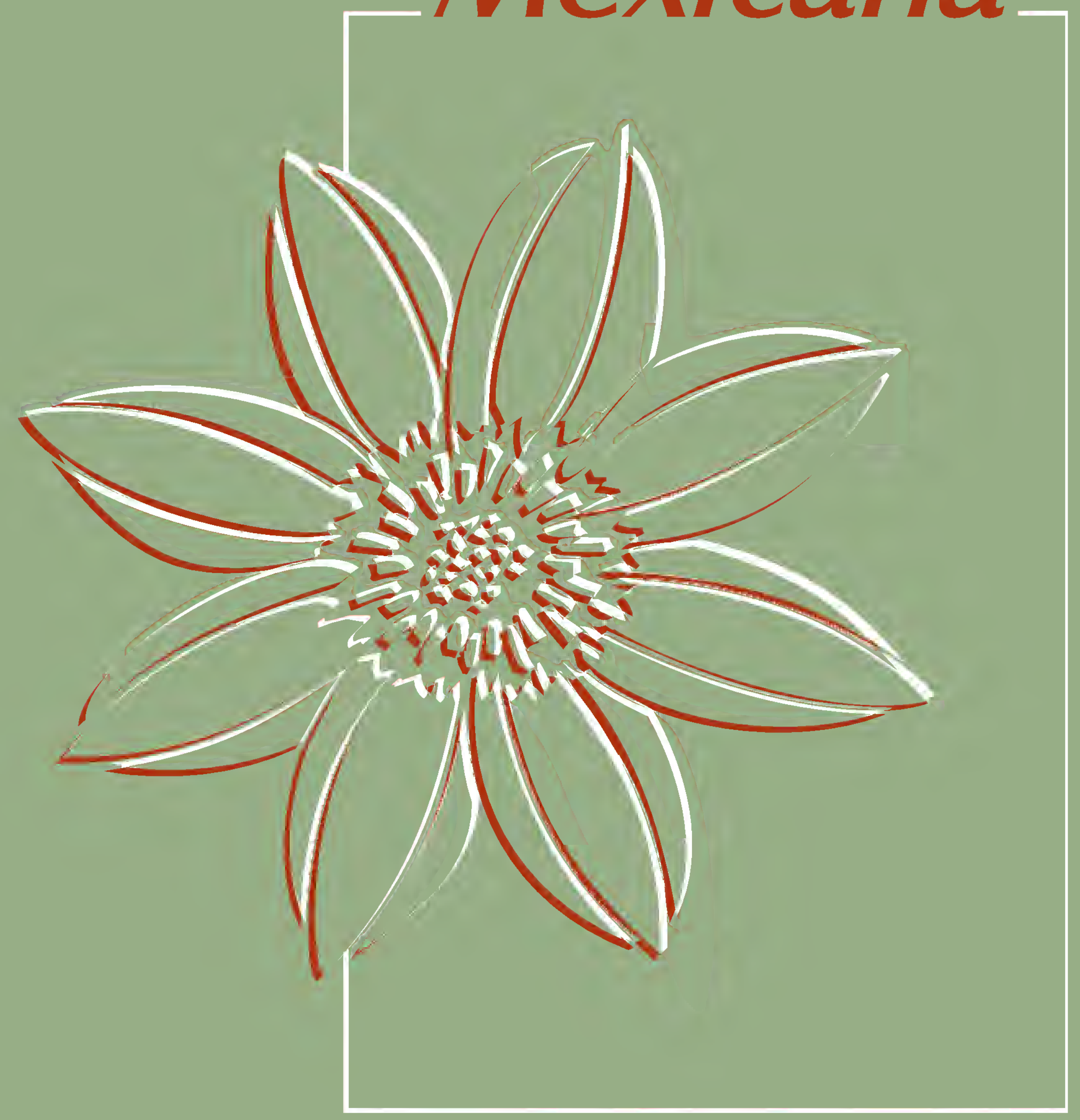
ISSN 0187-7151

Acta Botanica Mexicana

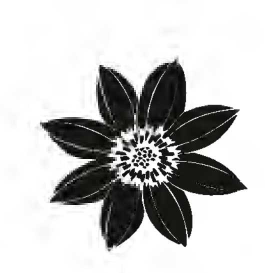


INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C.

Número 94

ENERO 2011

Pátzcuaro, Mich.



Acta Botanica Mexicana

Acta Botanica Mexicana (ISSN 0187-7151) es una publicación de Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de Acta Botanica Mexicana. Pueden reproducirse sin autorización pequeños fragmentos de texto siempre y cuando se den los créditos correspondientes. La reproducción o traducción de artículos completos requiere el permiso de la institución que edita la revista. Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página www.inecol.edu.mx/abm

Acta Botanica Mexicana está actualmente incluida en los siguientes índices de literatura científica: Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Dialnet, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, Journal Citation Reports/Science Edition (con cálculo de factor de impacto), Latindex – Catálogo, RedALyC, SciELO, Science Citation Index Expanded y Scopus.

Acta Botanica Mexicana 94: 1-25 (2011)

LA FAMILIA BURSERACEAE EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Margarita Elia de la Cerda-Lemus

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Biología, Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, 20100 Aguascalientes, Aguascalientes, México.

RESUMEN

Se presenta el estudio de los árboles y arbustos de la familia Burseraceae que se localizan en el estado de Aguascalientes, México. Se incluye una clave para la identificación de las especies, descripciones con datos de nombre común, altitud, abundancia, localidad en la cual fueron encontradas, mapas de distribución e ilustraciones. Se reconoce la presencia de seis especies de *Bursera*: *B. bipinnata, B. fagaroides, B. multijuga, B. palmeri, B. penicillata* y *B. roseana,* la mayoría localizadas en el municipio de Calvillo, en selva baja caducifolia y matorral subtropical a 1650-2500 m. *B. fagaroides* es la de más amplia distribución y abundancia en el estado.

Palabras clave: Aguascalientes, *Bursera*, Burseraceae, México.

ABSTRACT

An account of the species of trees and shrubs of the family Burseraceae in the state of Aguascalientes, Mexico is presented. It includes a key for the identification of species, descriptions, data concerning common names, elevation, abundance and local distribution, as well as distribution maps and illustrations. Six species of *Bursera* were found: *B. bipinnata, B. fagaroides, B. multijuga, B. palmeri, B. penicillata* and *B. roseana.* Most of them are located in the municipality of Calvillo in dry tropical forest and subtropical scrub at altitudes between 1650-2500 m. *Bursera fagaroides* is the most widely distributed and abundant species in the state.

Key words: Aguascalientes, *Bursera*, Burseraceae, México.

INTRODUCCIÓN

La presente contribución forma parte del proyecto "Flora del estado de Aguascalientes" iniciado en el Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en 1980, del que han derivado numerosas revisiones de familias de angiospermas y gimnospermas. Se integran las seis especies de *Bursera* localizadas hasta el momento en la entidad. Es necesario comentar que se considera que el género no está aún suficientemente estudiado a pesar de las numerosas revisiones ya publicadas, entre ellas las de Stanley (1923) y Standley y Steyermark (1946). La mayor diversidad de *Bursera* en México se encuentra en la cuenca del río Balsas. Aguascalientes, por su ubicación geográfica, tiene pocos representantes de este grupo (Rzedowski et al., 2005).

Área de estudio

El estado de Aguascalientes se localiza en la región del Altiplano Mexicano. Se ubica entre los 21°38'03" y 22°27'06" de latitud norte y los 101°53'09" y los 103°00'51" de longitud oeste (Fig. 1).

En general el clima de Aguascalientes es del tipo semiseco BS (García, 1964) con varios subtipos. El $BS_1kw(w)$, semiseco templado, se presenta en 80% de la superficie del estado. El BS_1hw, semiseco semicálido, lo hace en parte de los municipios del sur, suroeste, centro y norte de la entidad. Hacia el noreste en el municipio de Asientos, se encuentra una pequeña franja con clima un poco más seco del tipo seco semicálido $BS_0hw(w)$. En el municipio de Calvillo se encuentran zonas con clima del tipo (A)Cw semicálido subhúmedo.

El estado tiene una topografía relativamente accidentada, con algunas elevaciones al norte y noroeste, correspondientes a las prolongaciones de la Sierra Fría de Zacatecas. El intervalo altitudinal oscila desde 1600 hasta 3000 m.

En más de la mitad del territorio estatal prevalece el tipo de vegetación característico de las regiones áridas y semiáridas, denominado matorral xerófilo (Rzedowski, 1978), en el cual según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Anónimo, 1981), se reconocen el matorral espinoso y el inerme. El primero se localiza principalmente en zonas más planas y accesibles, por lo que muestra gran disturbio causado por el hombre y el ganado; en este ambiente se localizó de manera constante a *Bursera fagaroides*, formando con frecuencia parte de las cercas vivas que dilimitan los terrenos.



Fig. 1. Localización geográfica del estado de Aguascalientes. Fuente: Cedillo y Mares (1994).

En el municipio de Calvillo se localizan manchones de selva baja caducifolia, una de las comunidades vegetales que está siendo severamente afectada por las actividades humanas. También existen allí colindando con San José de Gracia y Jesús María, pequeñas áreas de vegetación similar, pero con mayor disturbio, considerada como matorral subtropical. Allí predominan plantas propias de clima cálido, tales como leguminosas arbóreas, cactáceas columnares y la mayoría de las especies de *Bursera* tratadas en el presente trabajo: *B. bipinnata, B. fagaroides, B. palmeri* y *B. penicillata.*

MATERIALES Y MÉTODOS

En la realización de esta contribución se hizo una búsqueda bibliográfica, así como la revisión del material botánico de las especies del género *Bursera* colectados en el estado de Aguascalientes y depositados en los herbarios CIIDIR, ENCB, IEB, INEGI y MEXU. Se llevaron a cabo recorridos de campo en los 11 municipios de la entidad para la recolección de ejemplares, y se obtuvo información de los nombres comunes registrados en la zona, altitud, abundancia y tipos de vegetación en donde se localizan. Para la determinación de especies, claves taxonómicas y descripciones, se consideraron los trabajos de Bullock, 1936, McVaugh y Rzedowski, 1965, Rzedowski y Guevara-Féfer, 1992, Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1996, y Rzedowski et al., 2004, 2005 y 2007. Se elaboraron mapas de distribución geográfica de las especies e ilustraciones de las mismas. Los ejemplares colectados se encuentran depositados en el herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA). Se enviaron duplicados a CIIDIR, IEB, INEGI, MEXU y QMEX.

FAMILIA BURSERACEAE KUNTH

Árboles o arbustos (dioicos o polígamo-dioicos) provistos de resina y a menudo de aceite esencial; hojas alternas, por lo general imparipinnadas, algunas veces bipinnadas, trifolioladas o reducidas a un solo folíolo, los folíolos laterales opuestos, generalmente sin estípulas; inflorescencias axilares o terminales, básicamente cimosas pero también se presentan paniculadas, pseudoracimosas o fasciculadas, rara vez flores solitarias; flores casi siempre unisexuales, pequeñas, actinomorfas, trímeras, tetrámeras o pentámeras, rara vez hexámeras; cáliz más o menos cupuliforme, dividido en 3 a 5(6) segmentos connados o casi libres, valvados, contortos o abiertos en botón; pétalos 3 a 5(6), rara vez ausentes, libres o en pocos casos unidos para

formar un tubo, contortos o valvados en botón; estambres dispuestos en 1 o 2 verticilos, del mismo número que las divisiones del cáliz o con más frecuencia dos veces más numerosos, por lo general estériles en las flores femeninas (que a menudo dan la apariencia de ser hermafroditas), filamentos por lo común libres, insertos debajo o rara vez sobre el disco, anteras biloculares, con dehiscencia longitudinal, disco anular o cupuliforme, a veces inconspicuo; pistilo 1, el ovario súpero, 2 a 5-locular y de otros tantos carpelos, placentación axilar, óvulos 2 por cada lóculo, estilo corto o casi obsoleto, estigma 2 a 5-lobado; fruto drupáceo con pericarpio generalmente carnoso, pero a menudo finalmente dehiscente por medio de 2 a 5 valvas, huesos (endocarpios lignificados) 1 a 5, casi siempre monospermos y con frecuencia cubiertos por un pseudoarilo; semillas sin endospermo, embrión por lo común recto a curvo (Rzedowski y Guevara-Féfer, 1992).

Familia de unos 20 géneros y más de 600 especies, distribuidas en las regiones tropicales del mundo, con mayor diversidad en América, el norte y sur de África y en Malasia. Desde el punto de vista económico algunas burseráceas son importantes por las resinas (copal) y los aceites esenciales que producen, utilizadas en ceremonias religiosas, en cosmetología y en la medicina popular. En la flora del estado de Aguascalientes está representada únicamente por el género *Bursera*.

BURSERA Jacq. ex L., Sp. Pl. 2: 471. 1762, nom. conserv. *Terebinthus* P. Browne, Hist. Jam. 345. 1756, non *Terebinthus* Miller, 1754. *Elaphrium* Jacq., Enum. Pl. Carib. 3. 1760.

Árboles o a veces arbustos caducifolios, dioicos o polígamo-dioicos, rara vez hermafroditas, por lo general fuertemente resinosos y aromáticos; corteza externa de las partes lignificadas provista de una capa de clorénquima, la del tronco a menudo rojiza o amarillenta y exfoliante, otras veces gris, lisa y sin exfoliarse; ramillas abreviadas (braquiblastos) comúnmente presentes; hojas sin estípulas, a menudo dispuestas en forma de roseta en el extremo del braquiblasto, otras veces alternas y esparcidas sobre ramas jóvenes y vigorosas, en la mayoría de las especies imparipinnadas y con los folíolos opuestos, pero a veces bipinnadas, trifolioladas o simples (unifolioladas), el raquis en muchas especies alado, a las hojas normales en muchos casos les anteceden en aparición una o varias rosetas de catáfilos más o menos precozmente caedizos, de forma oblonga o triangular, y es también muy frecuente que las primeras hojas en aparecer sean trifolioladas o con un número de folíolos más reducido que el común de la especie; inflorescencias axilares, originándose por lo general con o antes de las primeras hojas, que a menudo se observan como si fueran

fasciculadas o aglomeradas sobre los braquiblastos, en forma de panículas, tirsos, (pseudo-) racimos, cimas, glomérulos o bien por reducción las flores solitarias, bractéolas por lo general presentes; flores casi siempre unisexuales, rara vez hermafroditas, pequeñas, 3 a 5(6)-meras; cáliz profundamente dividido, sus lóbulos abiertos en botón; corola de prefloración valvada, a menudo conduplicado-valvada, los pétalos por lo general más largos que el cáliz, blanquecinos, amarillentos, verdosos o rojizos, con frecuencia cuculados; estambres dos veces más numerosos que los pétalos, dispuestos en dos series iguales o en ocasiones desiguales, los filamentos insertos en la base del disco, anteras dorsifijas, más pequeñas y estériles en las flores femeninas, disco glandular, anular; ovario con 2 o 3 lóculos y 2 óvulos por cada lóbulo, estilo corto, estigma bi o trilobulado; fruto drupáceo, ovoide a subgloboso, biconvexo o más o menos asimétricamente trígono, tardíamente dehiscente por medio de 2 o 3 valvas, el hueso parcial o totalmente cubierto por un pseudoarilo que al abrirse el fruto es rojo, anaranjado o amarillo, pero por lo común pronto se torna gris o blanquecino; generalmente una semilla en cada fruto (Rzedowski et al., 2004).

Género con más de cien especies, distribuidas desde el sur de los Estados Unidos hasta Sudamérica, concentrando notablemente su diversidad en la vertiente pacífica de México. Muchas de ellas constituyen elementos dominantes o codominantes de la selva baja caducifolia. La resina aromática (copal) de varias especies se emplea a modo de incienso y el aceite esencial de *B. linanoe* (La Llave) Rzed., Calderón & Medina, es el linaloe que se utiliza en la industria de los cosméticos y algunas artesanías. En diversas partes de México y de Centroamérica se usan árboles de *Bursera* para construir cercas vivas, ya que sus ramas convenientemente cortadas y enterradas producen nuevos individuos. Esta facilidad de reproducción por estacas representa una situación ventajosa que debería aprovecharse en acciones de reforestación.

CLAVE PARA DETERMINACIÓN DE ESPECIES

1 Hojas bipinnadas .... *B. bipinnata*
1 Hojas pinnadas o trifolioladas.
  2 Fruto trivalvado; flores trímeras, tetrámeras o pentámeras; corteza externa del tronco exfoliante.
    3 Folíolos de hojas maduras de menos de 2.5 cm de largo; corteza externa del tronco amarillenta .... *B. fagaroides*

3 Folíolos de hojas maduras de más de 2.5 cm de largo; corteza externa del tronco roja, anaranjada, pardo-rojiza a rojizo-amarillenta.

4 Folíolos 9 a 11, de margen entero .... *B. roseana*

4 Folíolos 17 a 23, de margen serrado .... *B. multijuga*

2 Fruto bivalvado; flores tetrámeras; corteza externa del tronco no exfoliante.

5 Hojas blanco tomentosas en el envés, a veces glabrescentes con la edad; inflorescencia en forma de panícula espiciforme; pedúnculo de la infructescencia hasta de 1 cm de largo; folíolos agudos en el ápice ..... *B. palmeri*

5 Hojas sin tomento blanco en el envés; inflorescencia en forma de panícula laxa; pedúnculo de la infructescencia hasta de 13 cm de largo; folíolos caudado-atenuados en el ápice .... *B. penicillata*

Bursera bipinnata (DC.) Engl., DC. Monogr. Phaner. 4: 49. 1883. *Amyris bipinnata* DC., Prodr. 2: 82. 1825. *Elaphrium bipinnatum* (DC.) Schltdl., Linnaea 17: 631. 1843. *Terebinthus bipinnata* (DC.) W. F. Wight ex Rose, Contr. U.S. Nat. Herb. 10: 119. 1906. Lectotipo: lámina 0715 de la colección Torner de ilustraciones de la expedición dirigida por Sessé y Mociño, designado por R. McVaugh en Botanical results of the Sessé & Mociño expedition (1783-1803). VII. Guide to relevant scientific names of plants. p. 104. 2000. (Fig. 2).

Nombres comunes registrados en la zona de estudio: lantrisco, zocona.

Árbol o a veces arbusto dioico, hasta 8 m de alto, muy resinoso, con aroma agradable y penetrante al estrujarse, más o menos densamente pubérulo a subtomentoso y glabrescente en sus partes verdes; tronco hasta de 25 cm de diámetro, corteza gris a gris-rojiza, lisa, no exfoliante, las ramillas laterales cortas, agudas a menudo semejando espinas, glabras; hojas semejando frondas de helechos, a veces una vez pinnadas, pero con más frecuencia parcialmente bipinnadas y en ocasiones con tendencia a tripinnadas, pecíolo de 0.5 a 2 cm de largo, estriado, acanalado, lámina en contorno general de 2.5 a 8 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho, con 3 a 8 pares de pinnas, con 1 a 8 pares de folíolos secundarios en la base y con 4 a 9 pares de folíolos primarios en la porción distal, raquis y raquillas angostamente alados, de borde entero, folíolos sésiles o subsésiles, de tamaño y forma muy variables a menudo en la misma hoja, lineares, oblongos, elípticos a ovados, obovados o suborbiculares, ápice redondeado a agudo, base cuneada, redondeada a ligeramente cordada, borde entero a trilobado, de 3 a 8 mm de largo y 2 a 7 mm de ancho, lustrosos en el haz, de textura cartácea, venación prominente en el envés, nervaduras secundarias distal-



Fig. 2. *Bursera bipinnata.* A. rama con frutos; B. detalle de la inflorescencia; C. frutos.

mente bifurcadas; catáfilos anchamente triangulares a lanceolados, agudos, de 2 a 4 mm de largo y 2 mm de ancho, pardo-rojizos, pubescentes, precozmente decíduos; inflorescencias racimosas a paniculiformes, de 2 a 6 cm de largo, pubérulas, bractéolas subuladas, de 2 mm de largo, pedicelos de 1 a 2 mm de largo; flores masculinas tetrámeras, lóbulos del cáliz angostamente triangulares, de 1.5 a 2 mm de largo y de 0.5 mm de ancho, a veces excediendo a los pétalos, pubérulos en ambas caras, pétalos blanquecinos a amarillentos o verdosos, oblanceolados, de 1.8 a 2.5 mm de largo y 0.7 mm de ancho, más o menos cuculados en el ápice ligeramente reflejos en la madurez, pubérulos por fuera principalmente a lo largo de la costa, estambres 8, subiguales, dispuestos en dos series, filamentos de 0.8 a 1 mm de largo, anteras ovado-oblongas, de 0.4 a 0.5 mm de largo; flores femeninas similares en forma y tamaño, a veces con los pétalos un poco más cortos que los sépalos, ovario bilocular, glabro, estigmas 2, estaminodios inconspicuos, disco con 8 lóbulos; infructescencias de 4 a 6 cm de largo con 1 a varios frutos sobre pedúnculos de 1 a 2.5 cm de largo, bivalvados, ovoides, de 6 a 8 mm de largo y 4 a 5 mm de ancho, hueso de 5 a 6 mm de largo y 3.5 a 4 mm de diámetro, algo comprimido, negro en la parte expuesta, recubierto casi totalmente por un pseudoarilo rojo en la madurez.

Esta planta se encuentra en selva baja caducifolia y con menor frecuencia en la zona de transición de éste con el bosque de *Quercus* en altitudes de 1650-1950 m. De las especies localizadas en el estado es una de las menos abundantes. Se colectó con flor y primeras hojas en mayo y junio; con fruto de julio a octubre. Localmente se utiliza la resina en emplastos para problemas de hernias.

Con distribución de México y Centroamérica. En México se conoce de Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Veracruz y Zacatecas.

Ejemplares examinados: municipio Calvillo. Barranca Cebolletas, oeste de la Presa Calvillo, 21°52'35" N; 102°30'31" W, *de la Cerda 7151* (HUAA, IEB); Presa Tres Cruces, *de la Cerda 7179* (HUAA, INEGI, QMEX); suroeste Presa Los Serna, camino a La Luz, 21°47'35" N; 102°50'49" W, *de la Cerda 7269, 7299* (CIIDIR, HUAA); 1.2 km al suroeste de Presa Los Serna, *García G. 4798* (HUAA); extremo oeste de la Presa Malpaso, *de la Cerda y García G. 1492* (HUAA); barranca Los Adobes, *García G. 4683* (HUAA) (Fig. 5).

Bursera fagaroides (H.B.K.) Engl., Bot. Jahrb. Syst. 1: 41. 1881. *Elaphrium fagaroides* H.B.K., Nov. Gen. & Sp. 7: 27. t. 611. 1824. *Amyris fagaroides* (H.B.K.) Spreng., Syst. Veg. 4: 148. 1827. *Terebinthus fagaroides* (H.B.K.) Rose, Contr. U.S. Nat. Herb. 10: 119. 1906. Tipo: México, Querétaro, *A. Humboldt y A. Bonpland 4200* (holotipo P). (Fig. 3).

Nombre común registrado en la zona de estudio: venadilla.

Árbol o arbusto, dioico o a veces hermafrodita, de 0.5 a 8 m de alto, glabro, ramillas jóvenes con abundante resina transparente poco aromática; tronco hasta de 30 cm de diámetro, con corteza externa exfoliante en láminas delgadas de color amarillo-grisáceo, las capas internas a menudo verde-azulosas a glaucas, látex blanquecino o amarillento; hojas imparipinnadas (excepcionalmente trifolioladas o simples), pecíolo de 0.5 a 2.5 cm de largo, raquis con alas inconspicuas, con 3 a 5 pares de folíolos, sésiles o subsésiles excepto a veces el terminal, que puede llevar un peciólulo hasta de 1 cm de largo, de forma elíptica, oblonga a obovada o suborbicular, de 1 a 3.5 cm de largo y de 1 a 2 cm de ancho, aumentando de tamaño hacia el extremo distal de la hoja, ápice obtuso a agudo, base cuneada, pero a veces obtusa o redondeada, borde entero, crenado o serrado, de textura membranácea firme, la nervadura central conspicua en el envés, por lo general amarillenta, las laterales más o menos 6 pares, más débilmente marcadas; catáfilos morenos, inconspicuos, pronto decíduos; las flores generalmente solitarias o a veces agrupadas en inflorescencias cortas, aglomeradas densamente en las puntas de ramillas cortas; flores masculinas pentámeras, algunas veces trímeras o tetrámeras, lóbulos del cáliz angostamente triangulares, agudos, glandular-dentados, verdes con tintes rojizos, de 1 a 2 mm de largo, pétalos verdosos a blanco-amarillentos, oblongos a oblongo-oblanceolados, de 3 a 6 mm de largo, cuculados, ápice incurvado, reflejos en la madurez, estambres subiguales, filamentos de 1 mm de largo, anteras oblongas, de 1.5 mm de largo, disco verde, glutinoso; las flores femeninas similares en forma y tamaño, casi siempre trímeras, estaminodios de 1 mm de largo, ovario trilocular, estigmas 3; infructescencia con pedúnculos cortos de 1 a varios frutos, pedúnculos del fruto de 0.5 a 3 mm de largo, algo incurvados y engrosados, fruto trivalvado, obovoide a subesférico, cortamente apiculado, rojizo, de 0.5 a 0.8 cm de largo, el hueso recubierto totalmente por un pseudoarilo rojizo a amarillento en la madurez.

Es el representante con más amplia distribución del género en el área de estudio y también el más abundante. Se localiza con frecuencia en diferentes tipos de matorrales como el espinoso, subespinoso, subinerme, matorral subtropical-encino,



Fig. 3. *Bursera fagaroides*. A. rama con frutos; B. frutos; C. detalle de la corteza externa.

selva baja caducifolia-bosque de encino. Alt. 1690-2500 m. Se encuentra con flor en abril y mayo y con frutos de julio a noviembre; se utiliza para cercas vivas en forma de postes y para sostener alambres.

Se conoce su distribución desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Oaxaca en México.

Ejemplares examinados: municipio Aguascalientes. Ladera norte cerro Los Gallos, *de la Cerda* y *García G. 21* (HUAA); ladera sur del cerro Juan El Grande, *de la Cerda 3175* (HUAA); ladera noroeste del cerro del Picacho, *de la Cerda* y *García G. 1023* (HUAA). Municipio Asientos. Ejido Los Encinos, cerro El Estaño, *Siqueiros 2240* (HUAA). Municipio Calvillo. 2 miles (c. 3 km.) S of Calvillo, *McVaugh & Koelz 61* (MEXU); 5 km al sureste de Malpaso, *de la Cerda* y *García G. 346* (ENCB, HUAA); 4 km al este de Piedras Chinas, *de la Cerda* y *García G. 839* HUAA, MEXU); 1 km a la salida del libramiento Calvillo-Jalpa 21°50'33" N; 102°41'43" W, *de la Cerda 6434* (HUAA); suroeste de Presa Los Serna 21°47'53" N; 102°50'49" W, *de la Cerda 7267* (HUAA, QMEX); sureste Presa Los Serna, *de la Cerda 7102* (CIIDIR, HUAA); Presa Tres Cruces, *de la Cerda 7180* (HUAA, INEGI); oeste de la cortina de la Presa Malpaso, *de la Cerda 7187* (HUAA); barranca Cebolletas 21°52'35" N; 102°38'31" W, *de la Cerda 7154* (HUAA, QMEX). Municipio Jesús María. Mesa La Palma, *de la Cerda* y *García G. 649* (HUAA). Municipio San José de Gracia. Sierra Fría, 12 km NW de San Antonio de los Ríos, *R. Fernández N. 1635* (MEXU); 4 km al este de La Congoja, *de la Cerda* y *García G. 43* (HUAA); 1 km al noroeste de la Presa Jocoqui, *de la Cerda* y *García G. 1069* (HUAA); Estación Biológica Agua Zarca, *Rosales O. 2077* (CIIDIR, HUAA) (Fig. 5).

Bursera multijuga Engl., Monogr. Phaner. 4: 42. 1883. (Tipo: México, Colima, *E. Kerber s/n.* (B, probablemente perdido), *Bursera pringlei* S. Watson. Proc. Amer. Acad. 25: 145. 1890. *Terebinthus rubra* Rose Contr. U.S. Nat. Herb. 10: 121. 1906. *Elaphrium multijugum* (Engl.) Rose N. Amer. Fl. 25: 248. 1911. *Bursera rubra* (Rose) Riley, Bull. Misc. Inf. Kew 1923: 168. 1923. (Fig. 4).

Nombre común registrado en la zona de estudio: palo colorado.

Árbol hasta de 12 m de alto, resinoso y poco aromático, glabro, tronco hasta de 30 cm de diámetro, con corteza externa exfoliante en láminas delgadas de color pardo-rojizo, las capas internas más delgadas y a menudo de color rojizo-amarillento



Fig. 4. *Bursera multijuga.* A. rama con frutos; B. frutos; C. detalle de corteza externa.

claro, con resina amarillenta, transparente, poco aromática; ramillas jóvenes glabras, de color pardo-rojizo, con abundantes lenticelas anaranjadas; hojas imparipinnadas, pecíolo de 2.5 a 3 cm de largo, raquis angostamente alado, ampliándose ligeramente hacia los folíolos terminales, con 17 a 23 folíolos, sésiles, de forma angostamente lanceolada, de 3 a 4.5 cm de largo y 0.5 a 0.7 cm de ancho, haciéndose más angostos hacia el extremo distal, ápice agudo, base redondeada a ligeramente cuneada, borde serrado, algunos folíolos con margen entero hacia la mitad inferior de ambos o uno

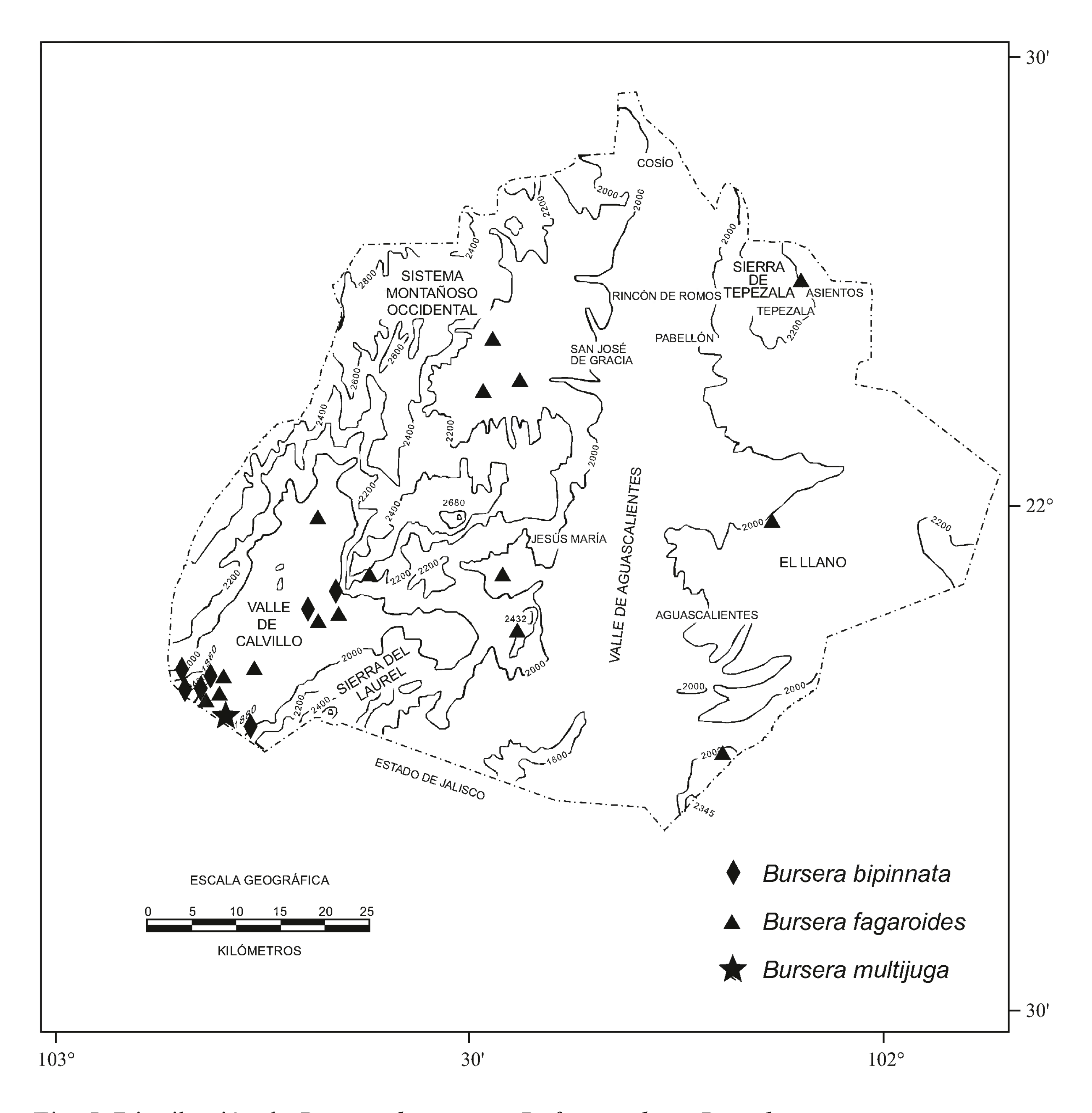


Fig. 5. Distribución de *Bursera bipinnata*, *B. fagaroides* y *B. multijuga*.

de los lados, de textura membranácea, ligeramente pubérulos en el envés, la nervadura central conspicua en ambos lados, las nervaduras laterales débilmente marcadas, muy ramificadas, haz verde brillante, envés ligeramente glauco-amarillento; inflorescencias en panículas de 1.5 a 3.5 cm de largo en las axilas de las hojas terminales, bractéolas de 2 mm de largo, pedicelos de 2 a 3 mm; flores masculinas pentámeras, sépalos triangulares, de 1.5 mm de largo, pétalos amarillento-verdosos, oblongos, de 5 mm de largo por 1.5 mm de ancho, estambres subiguales, filamentos de 1 mm de largo, anteras de 1.2 mm de largo, disco anular; flores femeninas similares a las masculinas con estaminodios presentes, ovario trilocular; pedúnculo del fruto de 6 a 14 mm de largo, algo curvo, fruto trivalvado, subesférico con un lado más curvo, con un pequeño mucrón, pardo oscuro en la madurez, de 6 a 8 mm de largo, el hueso recubierto totalmente por un pseudoarilo verdoso a pardo-amarillento al madurar.

Se encontró únicamente en una localidad en el municipio de Calvillo, en selva baja caducifolia-pastizal. Alt. 1840 m. Se encuentra con fruto de agosto a noviembre.

Se conoce su distribución de Aguascalientes, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Sinaloa y Zacatecas.

Ejemplares examinados: municipio Calvillo. El Huencho, Jaltiche de Arriba, *Esparza L. 261* (CIIDIR, HUAA, INEGI); El Huencho, 21°45'16" N; 102°47'17" W, *de la Cerda 7338* (HUAA, IEB) (Fig. 5).

Bursera palmeri S. Watson, Proc. Amer. Acad. Arts 22: 402. 1887. (Tipo: México, Jalisco, Río Blanco, V-X.1886. *E. Palmer 609* (GH), isotipo en US). *Elaphrium palmeri* (S. Watson) Rose, N. Amer. Fl. 25: 255. 1911. *Elaphrium queretarense* Rose, N. Amer. Fl. 25: 254. 1911. (Fig. 6).

Nombre común registrado en la zona de estudio: copalillo.

Árbol a veces arbusto dioico, hasta de 8 m de alto, muy resinoso, con aroma fuerte y agradable al estrujarse, tomentoso en todas las partes tiernas; tronco hasta de 30 cm de diámetro, corteza gris o gris rojiza, no exfoliante, las ramillas lignificadas, rojizas, glabras; hojas con 3 a 9 folíolos, el pecíolo por lo general un poco más corto que los folíolos, pero más largo que los entrenudos del raquis, tomentoso-híspido, el raquis manifiestamente alado, las alas a veces dentadas, folíolos subsésiles, ovados a lanceolados o a veces oblongos, de 2.5 a 6 cm de largo y 0.7 a 3 cm de

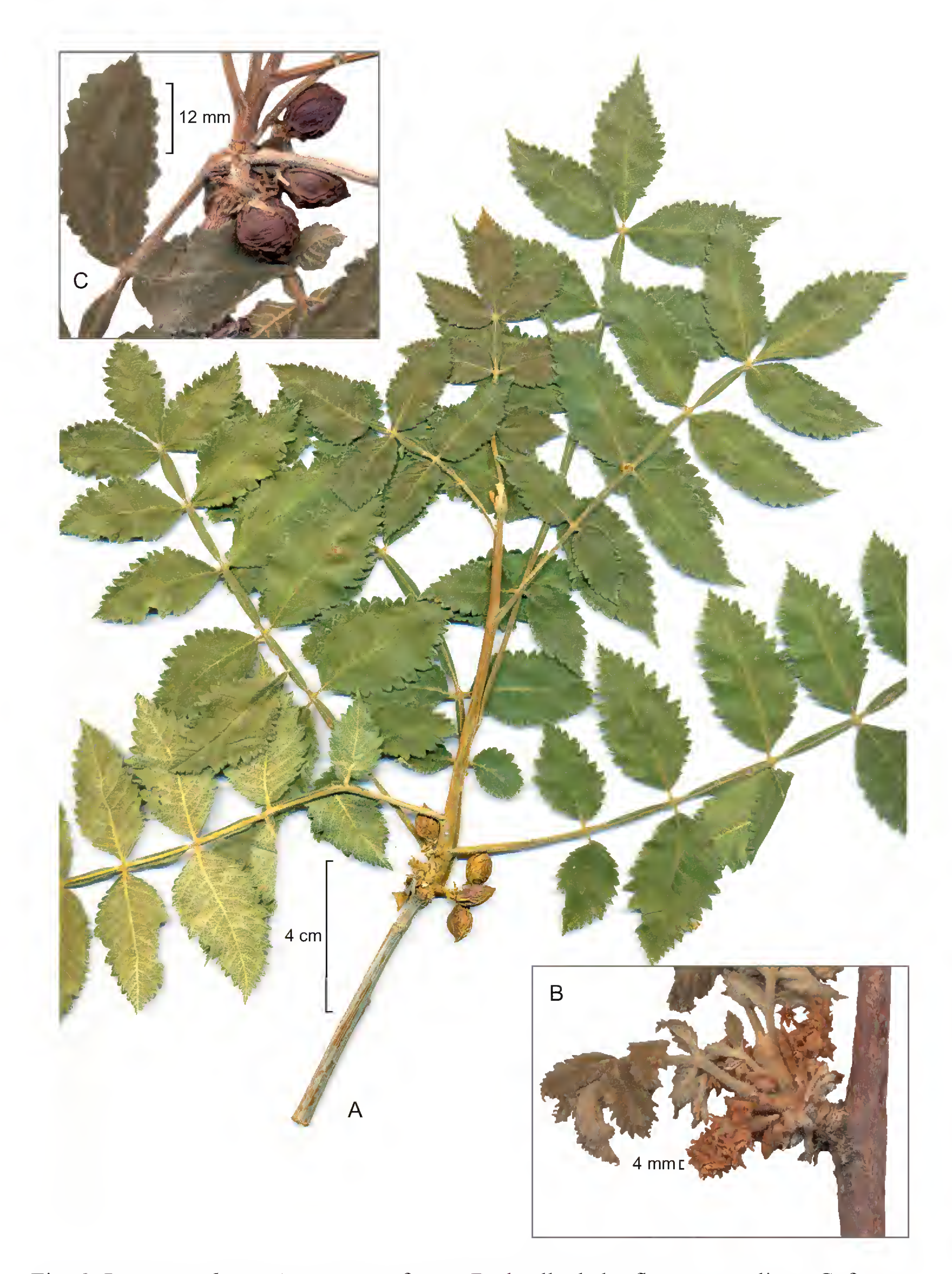


Fig. 6. *Bursera palmeri*. A. rama con frutos; B. detalle de las flores masculinas; C. frutos.

ancho, los del par inferior comúnmente más pequeños que los demás, por lo general agudos, pero variando de obtusos a acuminados en el ápice, redondeados y algo oblicuos (los laterales) a cuneados en la base, margen toscamente aserrado a dentado, con 10 a 20 pares de nervaduras laterales distalmente bifurcadas, más prominentes en el envés, membranáceos, densamente tomentosos y blanquecinos en la juventud, a veces glabrescentes con la edad en el envés, tomentoso-híspido en el haz, que siempre es más oscuro; catáfilos oblongos a obtriangular-flabelados, de 4 a 9 mm de largo, verdes, tomentosos por fuera, glabros por dentro, precozmente decíduos; inflorescencias originándose en los ápices de ramas cortas o lateralmente en ramas largas, con las flores densamente agrupadas, con frecuencia semejando glomérulos, las flores masculinas en panículas espiciformes hasta de 5 a 8 cm de largo, con las flores muy apretadas en forma de glomérulos o verticilastros, pedúnculos hasta de 3.5 cm de largo, pedicelos ausentes, bractéolas subuladas, de 2 mm de largo, flores tetrámeras, lóbulos del cáliz angostamente deltoides, de 2 mm de largo, agudos en el ápice, densamente blanco-tomentosos, pétalos blanquecinos, tornándose pardos, oblanceolados, de 3 a 4 mm de largo, más o menos cuculados, blanco tomentosos por fuera, glabros por dentro, estambres todos aproximadamente al mismo nivel, filamentos de aproximadamente 2 mm de largo, anteras ovado-oblongas, de 1 a 1.2 mm de largo; las inflorescencias femeninas similares, pero de solo 1 a 2 cm de largo, con los pétalos de más o menos 2 mm de largo, un poco más cortos que los segmentos del cáliz, estaminodios con anteras de 0.8 mm de largo, ovario bilocular, glabro o pubérulo; infructescencias en forma de glomérulos o bien los frutos solitarios, sobre pedúnculos de 1 a 3 cm de largo, fruto bivalvado, verde a rojizo, elipsoide, ovoide o subesférico, de 10 a 14 mm de largo, a menudo puntiagudo en el ápice, glabro o pubérulo, rodeado en la base por el cáliz persistente, el hueso recubierto parcialmente por un pseudoarilo rojizo, anaranjado o amarillento en la madurez.

En la entidad fue encontrada en selva baja caducifolia, selva baja caducifolia-encino, matorral subinerme-pastizal y en vegetación secundaria. Alt. 1600-2200 m. Se le encuentra con flores en mayo y junio, con fruto de julio a septiembre.

Se conoce su distribución de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro y Zacatecas.

Ejemplares examinados: municipio Aguascalientes. Extremo norte del cerro del Picacho, *de la Cerda y García G. 1554* (HUAA). Municipio Calvillo. 9 km noreste de Calvillo, sobre la carretera a Aguascalientes, *Rzedowski & McVaugh*

1255 (MEXU); 4 km al noroeste de Barranca Oscura, *de la Cerda* y *García G. 106* (HUAA); 2 km al noreste de Palo Alto, *García G. 2510* (HUAA); 4 km al noroeste del Temascal 22°01'47" N; 102°44'58" W, *de la Cerda 6213* (HUAA); 4 km al este de Piedras Chinas, *de la Cerda y García G. 831* (HUAA); barranca Tortugas, *de la Cerda y García G. 1655* (CIIDIR, HUAA); barranca Montoro, *García G, 3270* (HUAA); límite Calvillo - Zacatecas 21°46'01" N; 102°48'14" W, *de la Cerda 6455* (HUAA); 0.5 km al oeste de Los Alisos, *García G. 5027* (HUAA); Presa Tres Cruces, *de la Cerda 7175* (HUAA, INEGI); límite Aguascalientes - Zacatecas por la salida a Jalpa, 21°45'43" N; 102°48'18" W, *de la Cerda 7194* (CIIDIR, HUAA); barranca Cebolletas 21°52'35" N; 102°38'31" W, *de la Cerda 7152* (HUAA, QMEX); La Fragua 21°47'11" N; 102°48'30" W, *de la Cerda 7317* (HUAA, IEB); suroeste de la Presa Los Serna 21°47'53" N; 102°50'49" W, *de la Cerda 7270* (HUAA); sureste Presa Los Serna, *de la Cerda 7096* (CIIDIR, HUAA). Municipio San José de Gracia. 1 km al oeste de la Presa Jocoqui, *de la Cerda 2468* (HUAA, MEXU); El Huencho 21°44'47" N; 102°46'47" W, *de la Cerda 7337* (HUAA) (Fig. 9).

Bursera penicillata (DC.) Engl., Bot. Jahrb. 1: 44. 1881. *Elaphrium penicillatum* DC., Prodr. 1: 724. 1824. (Tipo: A. DC. Calq. Dess. Fl. Mex. 213). *Bursera graveolens* β *pilosa* Engl., DC., Monogr. Phaner. 4: 49. 1883. *Bursera mexicana* Engl., Monogr. Phaner. 4: 5. 1883. *Bursera inopinata* Bullock Bull. Misc. Inf. Kew 1937: 456. 1937. (Fig. 7)

Nombres comunes registrados en la zona de estudio: árbol de chicle, mostoche.

Árbol dioico, rara vez polígamo-dioico, hasta de 12 m de alto, muy resinoso, con aroma fuerte y agradable a trementina, al estrujarse; tronco hasta de 40 cm de diámetro, corteza lisa, no exfoliante, gris a gris-rojiza, las ramillas rojizas, lustrosas; hojas de 15 a 26 cm de largo, con 3 a 15 folíolos, pecíolo de 5 a 6 cm de largo, estriado-acanalado, raquis manifiestamente alado, más ancho hacia la porción distal, a veces las alas inconspicuas entre el primer y segundo par de folíolos, entrenudos de 2 a 2.8 cm de largo, a veces escasamente dentado, a menudo con un inconspicuo mechón de pelos en los nudos, folíolos sésiles, angostamente lanceolados a ovado-lanceolados, de 4 a 8 cm de largo y 1 a 4 cm de ancho, subiguales o bien los pares intermedios un poco mayores, caudado-acuminados en el ápice, con la punta redondeada, base cuneada, borde dentado-serrado con 5 a 10 dientes anchos y redondeados a agudos de cada lado, el folíolo terminal con frecuencia más ancho

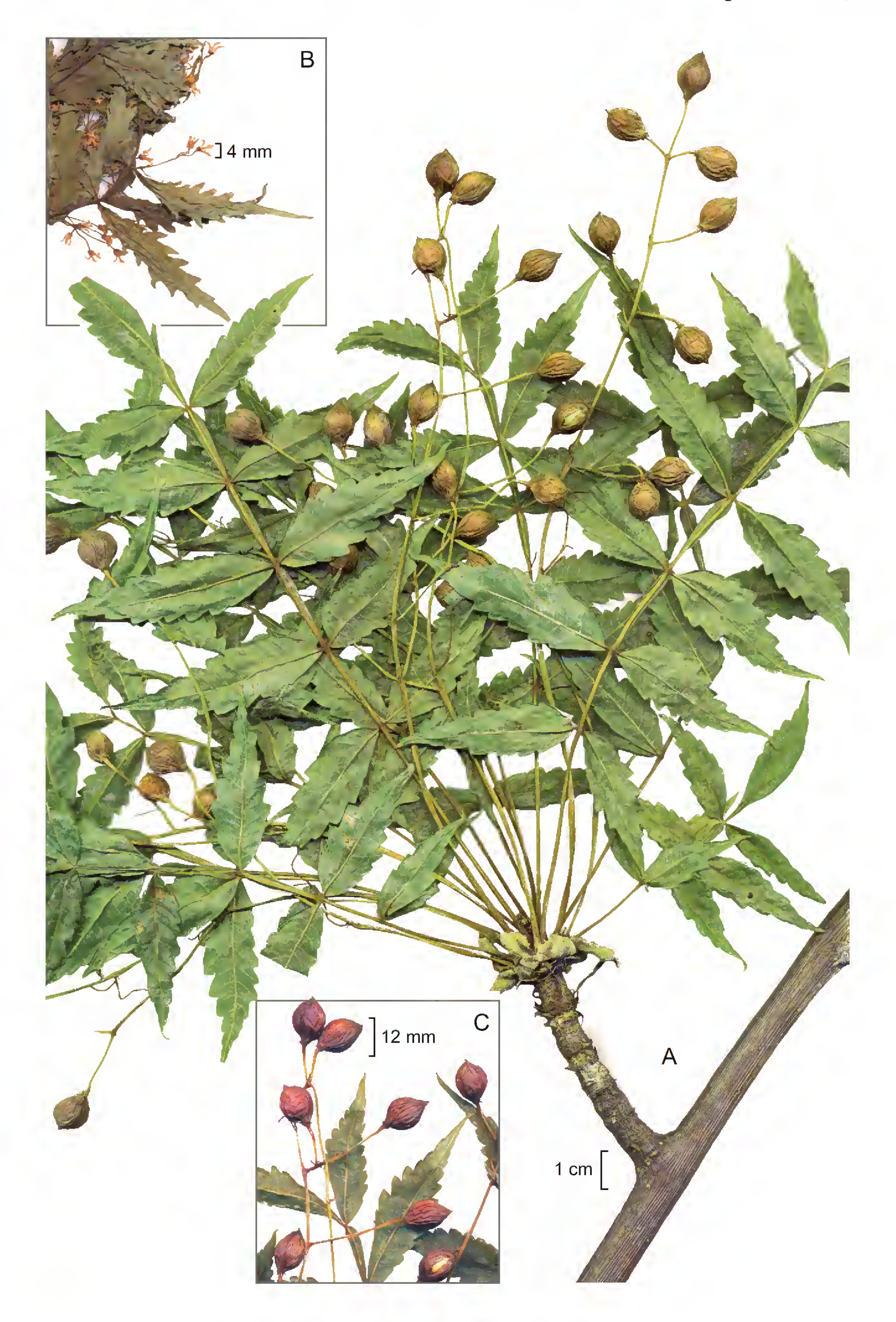


Fig. 7. *Bursera penicillata*. A. rama con frutos; B. detalle de la inflorescencia; C. frutos.

que los laterales y con la base largamente cuneada, con 8 a 12 pares de nervaduras secundarias distalmente bifurcadas, prominentes en el envés, de textura membranácea firme, brillantes en el haz, la pubescencia de las hojas es variable, aún en el mismo individuo, pues éstas pueden ser completamente glabras o llevar pilosidad escasa o abundante, principalmente en el pecíolo, en el raquis y envés de los folíolos, el borde de estos últimos varía de más o menos ciliado a desprovisto de pelos; catáfilos subpersistentes, dispuestos en varias series, los externos triangular-ovados y de más o menos 5 mm de largo, los de las series internas oblongos a ovados, hasta de 2 cm de largo y 8 mm de ancho, ferrugíneo-tomentosos por fuera; inflorescencias paniculadas, tirsiformes o pseudoracimosas, de 4 a 13 cm de largo, sobre pedúnculos hasta de 7 cm de largo, eje de la inflorescencia glabro y con mechoncitos de pelos en los nudos a subtomentosos, bracteólas filiformes, por lo general precozmente caducas, pedicelos de 3 a 5 mm de largo; flores masculinas tetrámeras, lóbulos del cáliz triangulares, de 0.5 a 1 mm de largo y 0.5 mm de ancho, casi glabros a densamente pubescentes, pétalos blanquecinos, oblongos a oblanceolados, cuculados, de 3 a 4 mm de largo y 1 mm de ancho, conspicuamente hirsuto-pubérulos a lo largo de la parte media a densamente hirsútulos por fuera, estambres subiguales, filamentos de 1.2 a 1.5 mm de largo, anteras oblongas, de 1 mm de largo; flores femeninas similares a las masculinas, ovario bilocular, glabro o pubescente, estigma bilobulado, anteras de los estaminodios de más o menos 0.5 mm de largo, disco con 8 lóbulos; infructescencias de 8 a 18 cm de largo, sobre pedúnculos de 3 a 8 cm de largo, aplanados, fruto bivalvado, obovoide, a menudo apiculado, algo comprimido, de 10 a 13 mm de largo y 8 a 10 mm de ancho, verde a rojizo, glabro, rodeado en la base por el cáliz persistente, hueso obovoide a subesférico, con una cara más convexa que la otra, recubierto parcialmente por un pseudoarilo rojizo, anaranjado o pálido en la madurez, la cara más convexa cubierta en su tercio basal, la otra hasta cerca de la mitad y los cantos hasta cuatro quintos de su altura.

Habita principalmente en la selva baja caducifolia y matorral subtropical. Alt. 1810-1950 m. Florece de mayo a junio, fructifica en julio y agosto y permanece con follaje de mayo a noviembre.

Se conoce su distribución de Aguascalientes, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Zacatecas.

Ejemplares examinados: municipio Calvillo. Road to Calvillo, W. of Aguascalientes near km 40, *McVaugh 18320* (ENCB, MICH); Malpaso, Calvillo, Ags., *Vic-*

tor Manuel Silva 33 (MEXU); 9 km noreste de Calvillo, sobre la carretera a Aguascalientes, *Rzedowski y McVaugh 1260* (MEXU); suroeste de la Presa Los Serna, 21°47'53" N; 102°50'49" W, *de la Cerda, 7268* (HUAA, INEGI); sureste Presa Los Serna, *de la Cerda 7099* (HUAA); barranca Cebolletas 21°52'35" N; 102°38'31" W, *de la Cerda 7148* (HUAA, INEGI); oeste de la cortina de la Presa Malpaso, 21°51'43" N; 102°39'11" W, *de la Cerda 7190* (HUAA, IEB); Presa La Codorniz 21°59'44" N; 102°40'37" W, *de la Cerda 7025* (CIIDIR, HUAA); 2 km al noroeste del Tepozán, *de la Cerda* y *García G. 291* (HUAA); El Huencho 21°44'47" N; 102°46'47" W, *de la Cerda 7331* (HUAA) (Fig. 9).

Bursera roseana Rzed., Calderón & Medina, Acta Bot. Mex. 81: 45. 2007 (nombre basado en *Terebinthus acuminata* Rose). *Terebinthus acuminata* Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 12: 278. 1909. *Elaphrium acuminatum* (Rose) Rose, N. Amer. Fl. 25: 247. 1911. *Bursera acuminata* (Rose) Engl., Natur. Pflanzenfam. ed. 2. 19a: 425. 1931, non *B. acuminata* Willd., 1806. (Tipo: México, Jalisco, near Chapala, 5.X.1903, *J. N. Rose y J. H. Painter 7656*, holotipo US, isotipo NY). (Fig. 8).

Nombre común registrado en la zona de estudio: cebolleta.

Árbol hasta de 12 m de alto, aparentemente dioico, poco aromático y resinoso; con tronco hasta de 25 cm de diámetro, corteza roja, anaranjada o pardo-rojiza, ramillas tiernas a menudo densamente vilosas al inicio, pero perdiendo rápidamente todos o casi todos los pelos, otras veces glabras desde el principio; hojas originándose sobre ramillas de crecimiento nuevo, imparipinnadas, hasta de 45 cm de largo y 22 cm de ancho, pecíolo hasta de 12 cm de largo, raquis sin alas, peciólulo terminal hasta de 4 cm de largo, los laterales de 1 a 9 mm de largo, de 1 mm o un poco más de ancho, folíolos (3)5 a 7(9), ovados a elípticos, el terminal a veces obovado o subrómbico, de 4.5 a 15 cm de largo, de 2 a 6 cm de ancho, ápice abrupta y largamente acuminado, base cuneada a truncada, a menudo inequilátera, margen entero, nervaduras secundarias 5 a 12 pares, arqueadas, las terciarias formando un retículo, de textura membranácea o cartácea, brillantes y glabros o casi glabros desde la juventud en el haz, opacos y pilosos o pilósulos sobre las nervaduras en el envés, al menos en la juventud, a veces completamente glabros en la madurez; inflorescencias en forma de panículas piramidales angostas (a veces las femeninas reducidas a racimos), hasta de 13 cm de largo y 5 cm de diámetro, glabras, brácteas lineares a lanceoladas, de 1.5 a 2 mm de largo, caedizas, pedicelos filiformes, hasta de 8 mm de largo; flores masculinas pentámeras o a veces tetrámeras, segmentos del cáliz

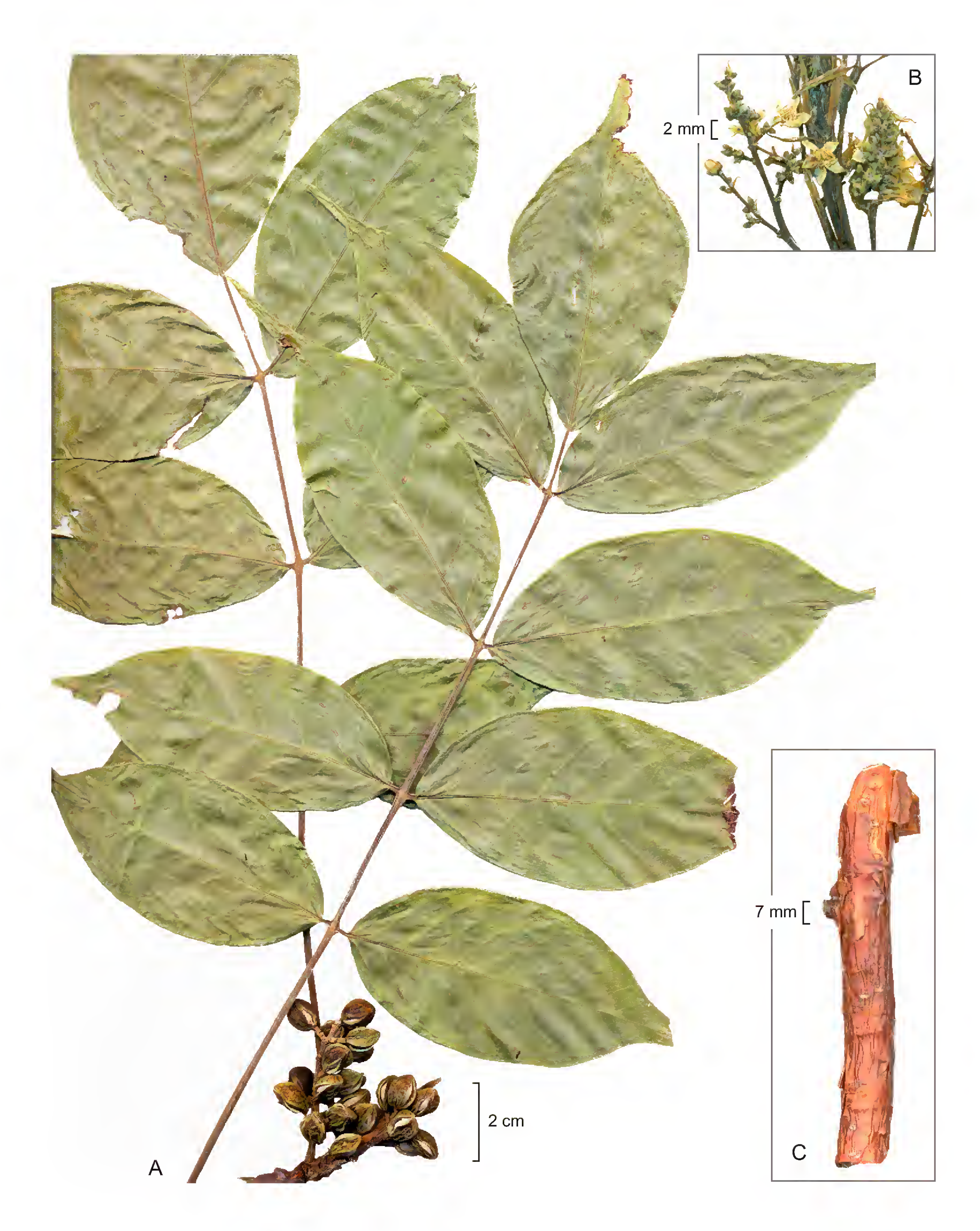


Fig. 8. *Bursera roseana.* A. rama con frutos; B. detalle de las flores; C. aspecto de la corteza externa.

triangulares, de poco menos de 1 mm de largo, pétalos elíptico-oblongos, de 2 a 2.5 mm de largo, cuculados y encorvados en el ápice, blanquecinos o verdosos, filamentos de 1.5 mm de largo, anteras oblongas, de 1 mm de largo, ovario vestigial; flores femeninas similares a las masculinas, anteras de los estaminodios de 0.5 mm de largo, ovario trilocular, estilo muy breve, estigma trilobado; frutos triquetro-ovoides, de 9 a 12 mm de largo, glabros, sostenidos por pedicelos notablemente engrosados, huesos de 7 a 9 mm de largo, totalmente rodeados por el pseudoarilo pálido (Rzedowski et al., 2007).

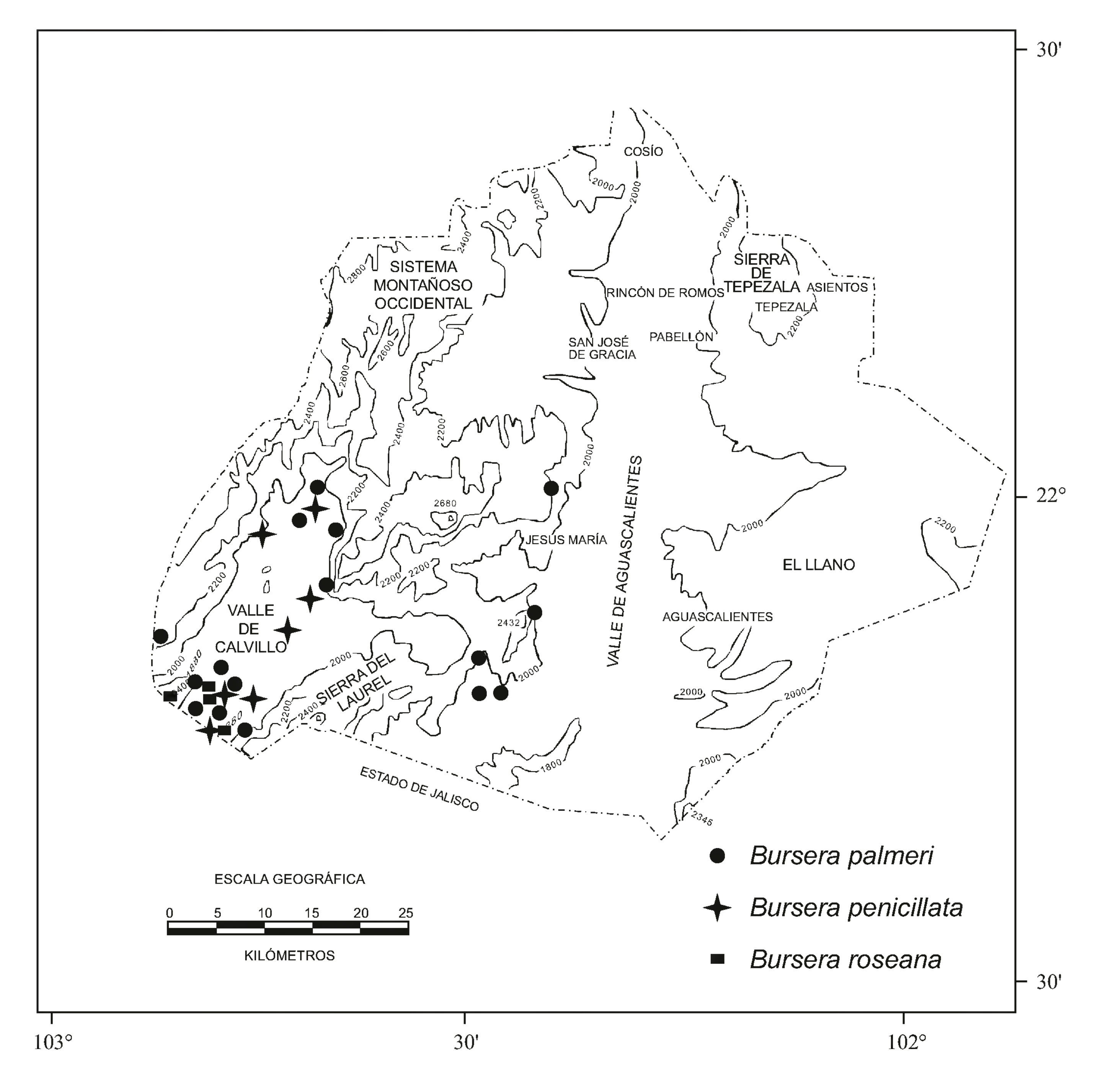


Fig. 9. Distribución de *Bursera palmeri*, *B. penicillata* y *B. roseana*.

Comentan los pobladores de la región que utilizaban el tronco para la elaboración de bateas, en pocas cercas vivas se emplean los tallos de esta especie.

Especie localizada principalmente a orilla de barrancas y cañadas con selva baja caducifolia. Alt. 1600-1900 m. Florece en mayo y junio, desprovista de follaje de noviembre a mayo.

Se conoce su distribución de Aguascalientes, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Zacatecas.

Ejemplares examinados: municipio Calvillo. 2.7 km al sur de Presa Los Serna, *García G. 4776* (HUAA, IEB); cañada Arroyo Hondo, *de la Cerda* y *García G. 1586* (HUAA); Presa Los Serna, *García G. 3429* (HUAA); sureste de la Presa Tres Cruces 21°47'41" N; 102°51'06" W, *de la Cerda 7273* (HUAA, IEB, INEGI); Presa San Juan, 21°47'42" N; 102°51'07" W, *de la Cerda 7321* (HUAA, INEGI) (Fig. 9).

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a la Universidad Autónoma de Aguascalientes el apoyo brindado a los estudios florísticos del estado de Aguascalientes desde 1980 a la fecha, al Dr. J. Rzedowski por la revisión de la determinación de las especies, a los compañeros del herbario (HUAA) por las colectas realizadas de algunos ejemplares de esta familia, al Biól. Oscar Soto Arellano por el escaneo de los ejemplares de herbario y finalmente a los revisores anónimos que con sus atinadas sugerencias permitieron mejorar la redacción y el contenido del trabajo.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 1981. Síntesis geográfica del estado de Aguascalientes y anexo cartográfico. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Bullock, A. A. 1936. Notes on the Mexican species of the genus *Bursera*. Bull. Misc. Inf. Kew 1936: 346-387.

Cedillo, O. I. y D. Mares E. 1994. Geografía de Aguascalientes. Complemento didáctico. Comisión Estatal de Desarrollo Económico y Comercio Exterior y Gobierno del Estado de Aguascalientes. El Heraldo de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. 158 pp.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Offset Larios. México, D.F. 245 pp.

McVaugh, R. y J. Rzedowski. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in western Mexico, with notes on the material of *Bursera* collected by Sessé & Mociño. Kew Bull. 18: 317-382.

Rose, J. N. 1911. Burseraceae. N. Amer. Fl. 25: 241-251.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 432 pp.

Rzedowski, J. y F. Guevara-Féfer. 1992. Burseraceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes 3: 1-46.

Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1996. Burseraceae. Flora de Veracruz 94: 1-37.

Rzedowski, J., R. Medina L. y G. C. de Rzedowski. 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan, México. Acta Bot. Mex. 66: 23-151.

Rzedowski, J., R. Medina-Lemos y G. C. de Rzedowski. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae) Acta Bot. Mex. 70: 85-111.

Rzedowski, J., R. Medina L. y G. C. de Rzedowski. 2007. Segunda restauración de *Bursera ovalifolia* y nombre nuevo para otro componente del complejo de *B. simaruba* (Burseraceae). Acta Bot. Mex. 81: 45-70.

Standley, P. C. 1923. Burseraceae. Trees and shrubs of Mexico. Contr. U.S. Nat. Herb. 23: 542-552.

Standley, P. y J. Steyermark 1946. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany. Vol. 24. part. V. 434-443

Recibido en junio de 2008.

Aceptado en septiembre de 2010.



Acta Botanica Mexicana 94: 27-59 (2011)

LA *SECT. LONCHOCARPUS* DEL GÉNERO *LONCHOCARPUS* (LEGUMINOSAE, PAPILIONOIDEAE, MILLETTIEAE): NUEVAS ESPECIES Y SUBESPECIE PARA MÉXICO Y MESOAMÉRICA

Mario Sousa S.

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología,
Apdo. postal 70-367, 04510 México, D.F., México. sousa@servidor.unam.mx

RESUMEN

Se describen e ilustran nuevos taxones para el género *Lonchocarpus* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) para México y Mesoamérica. De las 19 especies reconocidas en esta sección, ocho son nuevas para la ciencia: *L. brenesii*, *L. isthmensis*, *L. latimarginatus*, *L. michoacanicus*, *L. pedunculatus, L. plicatus*, *L. subsessilifolius* y *L. wendtii*, y una nueva subespecie de *L. brenesii* subsp. *vulcanicola*. Al aumentarse significativamente el número de sus componentes reconocidos se caracteriza de nuevo a la sección *Lonchocarpus* y se contrastan las diferencias de sus representantes con una clave dicotómica.

Palabras clave: Leguminosae, *Lonchocarpus*, Mesoamérica, México, sect. *Lonchocarpu*s.

ABSTRACT

New taxa of the *Lonchocarpus* genus from Mexico and Mesoamerica (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) are described and illustrated. Of the 19 recognized species, eight species: *L. brenesii*, *L. isthmensis*, *L. latimarginatus*, *L. michoacanicus*, *L. pedunculatus, L. plicatus*, *L. subsessilifolius* and *L. wendtii*, and a new subspecies of *L. brenesii*, subsp. *vulcanicola*, are new to science. The *Lonchocarpus* section is once again characterized with this significant increase in the number of its known species. Mesoamerican species and subspecies of the *Lonchocarpus* section show contrasting differences in the dichotomous key.

Key words: Leguminosae, *Lonchocarpus*, Mesoamerica, Mexico, sect. *Lonchocarpu*s.

El género *Lonchocarpus* Kunth (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) incluye alrededor de 160 especies de los trópicos de América y una en la costa occidental de África ecuatorial. La *sect. Lonchocarpus* consta de alrededor de 47 especies, y está bien representada en Mesoamérica y Sudamérica con 20 en cada región. De estas sólo una es exclusiva a México y nueve están en el área fitogeográfica mesoamericana de México o se extienden a Mesoamérica; siete son exclusivas a Mesoamérica y dos se comparten con Sudamérica; en las Antillas se cuenta con seis y una en África.

Con este trabajo al aumentarse grandemente el número de especies dentro de la sect. *Lonchocarpus*, su caracterización requiere una actualización a las descripciones dadas por Sousa (2005, 2009, 2010). Además en Sousa (2009) se incluyó en la *sect. Standleyi* M. Sousa a dos especies que ahora se pasan a la *sect. Lonchocarpus*, se trata de *L. chiangii* M. Sousa y *L. oliganthus* F.J. Hermann. Ambas presentan bractéolas pequeñas (0.7-1.1 mm de largo), que antes considerábamos exclusivas de la *sect. Standleyi*, pero ahora tomando en cuenta una nueva evaluación y adición de caracteres, éstas deben ser incluidas como parte de la variación en la *sect. Lonchocarpus*. Las mencionadas especies pertenecen a un grupo situado alrededor de *L. nitidus* (Vogel) Benth., planta del sur de Sudamérica, que en nuestra área geográfica está representado por *L. hondurensis* Benth. y *L. michoacanicus* M. Sousa. Todas ellas comparten características como el tamaño de las bractéolas, las hojas glabras a casi glabras, epunteadas, y frutos glabrescentes de 1.3-2.8 cm de ancho.

Lonchocarpus Kunth *sect. Lonchocarpus*

Nov. Gen. Sp. (folio ed.) 6: 300. 1824. Especie tipo: *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC.

Árboles, arbolitos y arbustos; corteza interior con exudado frecuentemente abundante de resina rojiza al corte, en ocasiones poca o ausente; hojas con disposición dística en las ramas; folíolos generalmente con el ápice acuminado; flores con bractéolas cercanas y adpresas a la base del cáliz; bracteólas pequeñas a grandes, las grandes generalmente oblatas y cubriendo hasta un 1/4 la base del cáliz; cáliz truncado a casi truncado; lámina del estandarte adaxialmente de moderada a densamente serícea, abaxialmente canescente pelosa en la parte central de la base hasta el tercio inferior de la lámina, o bien la pelosidad confinada a la base central en la línea de unión con la uña, ocasionalmente sobre la uña, aurículas y callos presentes en

la base; mecanismo floral fuertemente explosivo; legumbres indehiscentes, pero en ocasiones se fraccionan a manera de lomento en unidades monospermas, el margen vexilar frecuentemente ensanchado, en ocasiones aquillado (Sousa, 2010) como en el complejo *Lonchocarpus cruentus* Lundell; semillas de chicas a grandes, las chicas de colores claros, las grandes frecuentemente de colores oscuros a negruzcos; plántulas epígeas, eófilos opuestos y simples.

Lonchocarpus brenesii M. Sousa, sp. nov. Tipo: Costa Rica, Alajuela, cerca del Río Poás, Alajuela. Grecia, altitud 700-800 m; 11 diciembre 1932. *A.M. Brenes 21* (holotipo: F; isotipo: CR). Fig. 1.

Lonchocarpo macrophyllo Kunth affinis, a quo foliis plerumque 7-9(-11)-foliolatis, (vs.(7-)9-11(-13)), floribus congestis (vs. moderate dispersis); bracteolis minoribus 1.2-1.5 mm longis (vs. 1.5-1.8 mm); legumine usque ad 16 cm longo (vs. 12.5 cm), valvis chartaceis (vs. coriaceis vel sublignosis), margine vexillari 2.3-3.3 mm crasso, 3-nervi (vs. (3-)4-5.5 mm, complanato vel sulcato) differt.

Árboles 7-22(-35) m de alto; corteza interior con fluido resinoso al corte; ramas jóvenes moderadamente canescente seríceas, pronto glabras. Hojas con estípulas c. 2 mm de largo, ovadas, caducas; pecíolo 2.5-5 cm de largo, canaliculado; hojas 7-9(-11)-folioladas; folíolos (3.5-)6-8.5(-9.5) cm de largo, (1.4-)2.4-3.7(-5) cm de ancho, elipticos a angostamente elípticos, rara vez ovados, la base breve a largamente cuneada, el ápice acuminado a largamente acuminado, brillantes, glabros, verdosos en el haz, opacos y muy esparcidamente pardo-amarillento seríceos, más moderadamente sobre las nervaduras en el envés, cartáceos a subcoriáceos, epunteados; nervadura primaria y secundarias ligeramente realzadas en el envés, las laterales 7-9 pares. Inflorescencias 8-21 cm de largo, simples, axilares, erectas, congestifloras; pedunculadas, los pedúnculos 3.5-5 cm de largo, floración tardía; pedúnculos florales 2-2.5 mm de largo, robustos; pedicelos 2-5 mm de largo, esbeltos; bractéolas 1.2-1.5 mm de largo, 1.1-1.2 mm de ancho, ligulares, obovadas, opuestas, cercanas al cáliz y adpresas a él, caducas. Flores 11-14 mm de largo; cáliz 3-4 mm de largo, truncado, epunteado, densamente pardo-amarillento seríceo a tomentoso; corola lila, rosada a morada, epunteada, la lámina del estandarte 11-14 mm de ancho, suborbicular, moderadamente canescente serícea adaxialmente, en la base-centro canescente abaxialmente; ovario 9-10-ovulado. Legumbre 6-8 cm de largo cuando con una semilla, 8.5-12.5 cm de largo cuando con dos a tres semillas, 2-2.1 cm de ancho, elíptica, algo falcada cuando con una semilla, oblonga a linear cuando son

más, indehiscente, aplanada, las valvas con poco pronunciados abombamientos a la altura de las semillas, con nervaduras escasas e imperceptibles, estipitada en la base, redondeada y rostrada en el ápice, cartácea, moderada a esparcidamente pardo-amarillento serícea, el margen vexilar 2-3.3 mm de grueso, 3-nervado, se presenta una fisura a todo lo largo, el margen carinal aquillado; semillas 1-3, 10-12.3 mm de largo, 6-7 mm de ancho, casi negras.

Etimología. La especie se dedica a Alberto M. Brenes (1870-1948), botánico costarricense, cuyas colectas fueron más de 20,000 números, siendo él uno de los primeros en herborizar a esta especie.

Lonchocarpus brenesii M. Sousa subsp. **brenesii**.

Árboles hasta 35 m de alto. Hojas con folíolos (3.5-)6-8.5(-9.5) cm de largo, (1.4-)2.4-3.7(-5) cm de ancho, elípticos a angostamente elípticos, base largamente cuneada, ápice acuminado a largamente acuminado, verdosos; ovario 9-10-ovulado. Legumbre hasta 12.5 cm de largo, 2-2.1 cm de ancho, elíptica a oblonga, las valvas con las nervaduras escasas e imperceptibles.

Distribución, hábitat y fenología: subespecie distribuida de Honduras a Costa Rica en áreas montañosas como elemento de bosques húmedos, en cañadas con presencia de ríos. En altitudes de 500-900 m. La floración se presenta de principios de agosto a finales de septiembre; la fructificación se inicia a principios de octubre con frutos maduros a mediados de diciembre.

Material adicional examinado: HONDURAS: **Olancho**: cañón del río del Monumento Natural El Boquerón, ca. 28 km al NE de Juticalpa, *J. L. Linares y J. López 1940* (EAP, MEXU).

NICARAGUA: **Boaco**: camino a Mombachito a los lados de la Quebrada Río Grande, al NE de Cerro Mombachito, 12°25' N, 85°32' O, *P.P. Moreno 3222* (MEXU); Lapita, camino a Malacatoya, 3.5 km al E, municipio de San José de los Remates, 12°35' N, 85°44' O, *Moreno 24883* (MEXU, MO).

Chontales: 3 km al N de Cuapa, *D. Neill 2543* (MO).

Matagalpa: La Estancia “El Comelar”, carr. Matagalpa - Waslala, NE del Cerro Peñas Blancas, *A. Grijalva y P. P. Moreno 1038* (MEXU, MO); carr. al Tuma, 0.5 km antes de la entrada a “La Cumplida”, *M. Guzmán et al. 736* (MEXU, MO); 1.5 km al NE de Los Ángeles, sobre la carr. Matagalpa-Siuna, 13°12' N, 85°41' O, *P.*

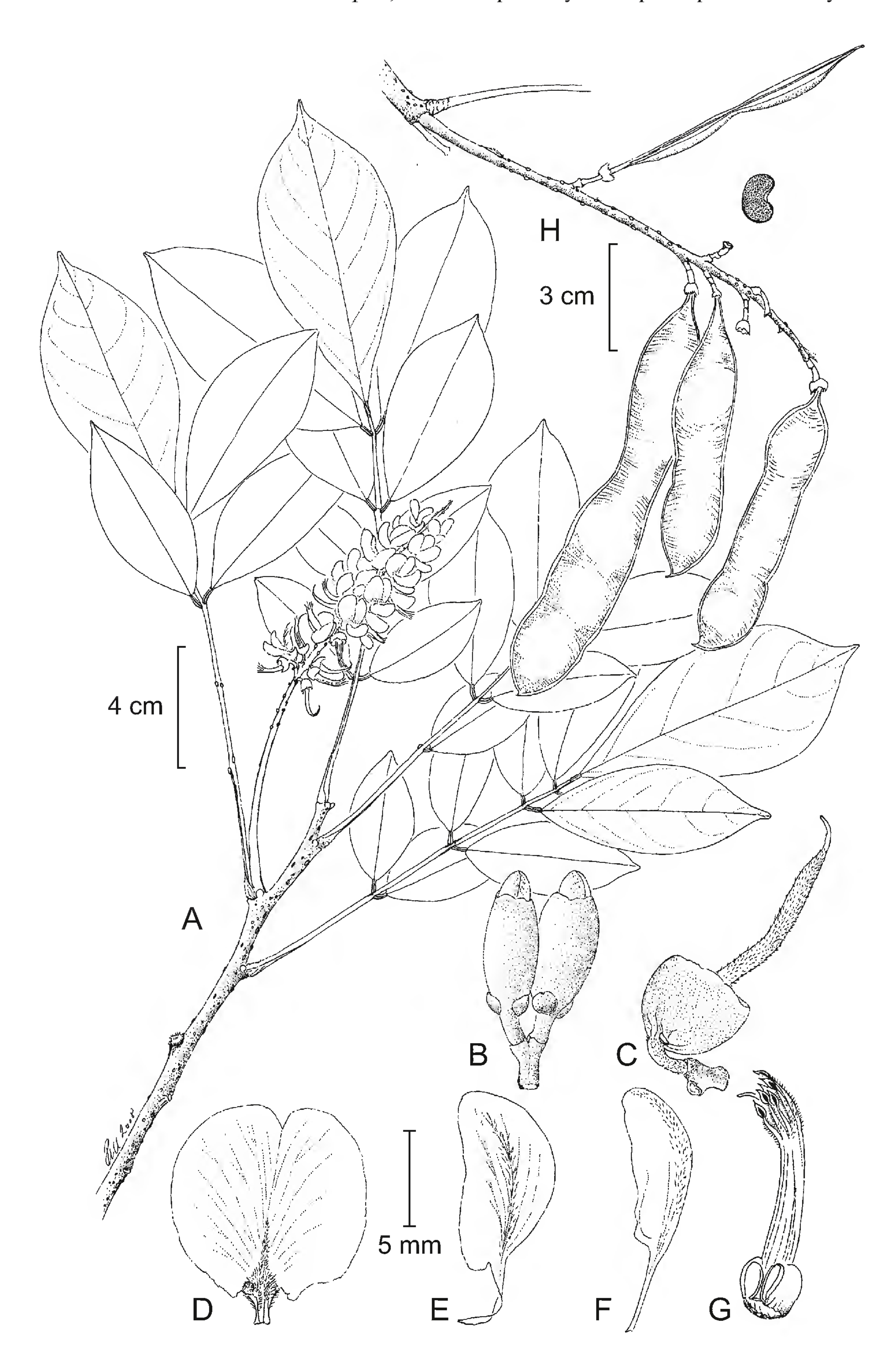


Fig. 1. *Lonchocarpus brenesii* M. Sousa subsp. *brenesii.* A. rama con hojas e inflorescencias; B. botones florales, mostrando unidad biflora, pedúnculo floral, pedicelos y bractéolas; C. cáliz y gineceo; D. cara abaxial del estandarte; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. infrutescencia, frutos y semilla. Rama con hojas, inflorescencia y flores tomadas de *P. P. Moreno 17173* (MEXU); infrutescencias, frutos y semilla tomados del holotipo: *A. Brenes 21* (F).

P. Moreno 17173 (MEXU, MO); Valley of Río Yasica, 20 km E of Matagalpa, along Río Yasica, at confluence of Río La Cumplida, *D. Neill 2375* (MEXU, MO).

COSTA RICA: **Alajuela**: Carrillos de Poás, *A. M. Brenes 19792, 19793, 19794, 19795, 19796, 192846* (?) (CR).

San José: Finca Morera, 20 km antes de Vara Blanca, Virgen del Socorro - Río Sarapiqui - Cariblanco, *I. A. Chacón y G. Herrera 1180* (MEXU, MO); 8 km N of Naranjo, Interamerican Highway, *W. Haber 414* (MEXU, MO).

Lonchocarpus brenesii subsp. **vulcanicola** M. Sousa, subsp. nov. Tipo: México, Chiapas, volcán Tacaná, Unión, 17-23 marzo 1939, *E. Matuda 2798* (holotipo; MEXU; isotipos: EAP, MICH, US). Fig. 2.

Nombre común: polvo de queso (El Salvador).

A subspecie typica statura minore ad 22 m (vs. ad 35 m), foliolis (3-)6-11 cm longis, (1.4-)2.3-4.7(-6) cm latis, ellipticis vel late ellipticis (vs. (3.5-)6-8.5(-9.5) cm longis, (1.4-)2.4-3.7(-5) cm latis, ellipticis vel anguste ellipticis); foliolis basi breviter cuneata (vs. longe cuneata), apice acuminato vel obtuso (vs. acuminato vel longe acuminato), plerumque atratis (vs. viridescentibus), ovario 6-9 ovulato (vs. 9-10-ovulato), legumine 1.5-1.8 cm lato (vs. 2-2.1 cm lato), falcato, valvis nervis numerosis, prominentibus (vs. valvis nervis parcis, non perceptilibus) differt.

Árboles hasta 22 m de alto. Hojas con folíolos (3-)6-11 cm de largo, (1.4-)2.3-4.7(-6) cm de ancho, elípticos a anchamente elípticos, base brevemente cuneada a redondeada, ápice acuminado a obtuso, frecuentemente negruzcos; ovario 6-9-ovulado. Legumbre, 1.5-1.8 cm de ancho, falcada, las valvas con las nervaduras numerosas y realzadas.

Distribución, hábitat y fenología: subespecie extendida de México a El Salvador, generalmente habita en orografía volcánica con vegetación de bosques caducifolios con *Liquidambar*. En altitudes elevadas entre 1500 a 2400 m. La floración es de mediados de marzo a principios de julio, con una adicional fuera del período a finales de octubre, la fructificación se inicia a finales de junio, con frutos maduros a mediados de noviembre.

Etimología. El nombre de la subespecie hace énfasis en su preferencia al prosperar sobre volcanes.

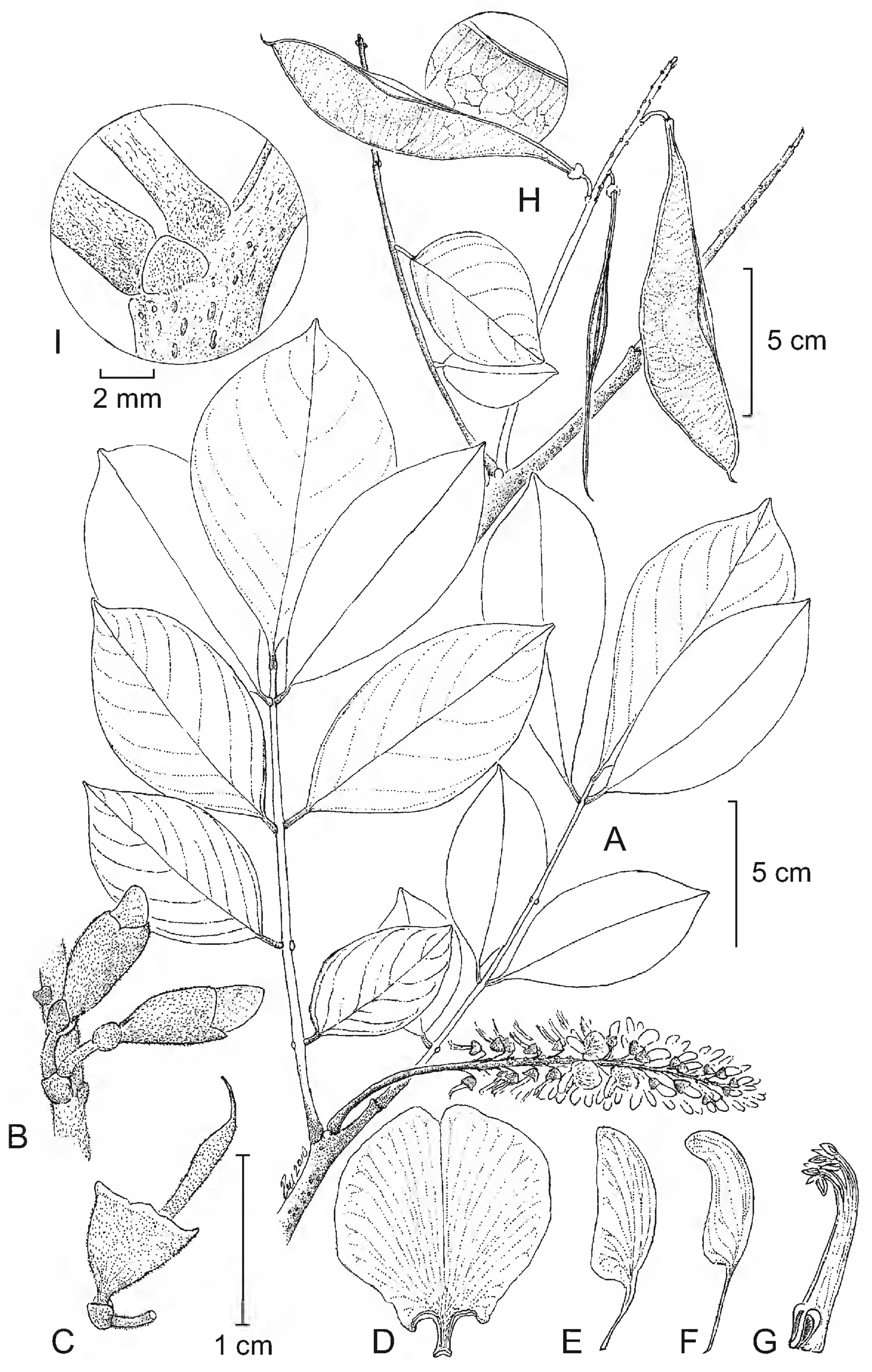


Fig. 2. *Lonchocarpus brenesii* M. Sousa subsp. *vulcanicola* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencia; B. unidad biflora con pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas y botones florales; C. cáliz y gineceo; D. cara abaxial del estandarte; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. rama con hoja e infrutescencia, mostrando cara valvar, margen vexilar y detalle de la nervación valvar; I. estípula. Rama con hojas, inflorescencia, flores y sus partes tomados de *Molina R. y Molina 12291* (NY); rama con hoja e infrutescencia tomados de *Reyna de Aguilar 923* (EAP); estípula tomada de *Carballo 398* (MEXU).

Material adicional examinado: GUATEMALA: **Alta Verapaz**: NO de Tactic, 6 km a Estor, *A. Molina R. y A. R. Molina 12291* (EAP, NY, US).

Suchitepequez: Finca Moca, *A. F. Skutch 1562* (NY).

HONDURAS: **Ocotepeque**: Cruz Alta, 5 km al N de Belén, Gualcho, Cordillera de Celaque, municipio Belén Gualcho, 14°30'26" N, 88°47'06" O, *M. Sousa et al. 13337* (EAP, MEXU, MO).

EL SALVADOR: **Metapan**: El Trifinio, Parque Nacional Montecristo, a 22 km al NE de Metapan, *M. L. Reyna 923* (EAP), *1283* (MO).

Santa Ana: Parque Nacional Montecristo, calle al Trifinio. 14°24' N, 89°21' O, *R. A. Caballero 398* (MEXU).

Especie cercana a *Lonchocarpus macrophyllus* Kunth, pero difiere de ella por sus hojas con relativamente menos folíolos; las flores congestas en las inflorescencias en vez de moderadamente espaciadas; las bractéolas aplanadas y adpresas al cáliz en toda su longitud, y más pequeñas (1.2-1.5 mm de largo) en vez de adpresas al cáliz sólo en la base y patentes en el ápice, ligeramente más grandes 1.5-2 mm de largo; la legumbre con las valvas cartáceas (vs. coriáceas a subleñosas), el margen vexilar 2-3.3 mm de grueso, 3-nervado (vs. 4-5.5 mm de grueso, aplanado a sulcado).

La subespecie *L. brenesii* subsp. *vulcanicola* difiere de la típica por sus foliolos más largos y anchos, elípticos a anchamente elípticos, en vez de más chicos y elípticos a angostamente elípticos; en los foliolos la base es brevemente cuneada, con el ápice acuminado a obtuso y al secar se tornan negruzcos; en la otra subespecie los folíolos en la base son largamente cuneados y el ápice acuminado a largamente acuminado y secan de color verde; el ovario con 6-9 óvulos y la otra subespecie con 9-10 óvulos. Las legumbres con las valvas con nervaduras numerosas y realzadas, mientras que en *L. brenesii* ssp. *brenesii* son escasas e imperceptibles.

Lonchocarpus isthmensis M. Sousa, sp. nov. Tipo: México, Oaxaca, km 15 carr. Tapanatepec a Tuxtla Gutiérrez, límite del estado de Oaxaca, 26 febrero 1981, *R. Cedillo Trigos 582* (holotipo: MEXU; isotipos: ENCB, MEXU, NY). Fig. 3.

Nombre común: guajillo (en Oaxaca).

A *Lonchoparpo lineato* Pittier similis a quo, habito omnino denudato (vs. sempervirenti vel parumper denudato), foliis plerumque maiore numero foliolorum (5-)7-9 (vs. 5(-7)), foliolis minoribus (2-)3.5-5(6.5) cm longis, 1.5-2(-2.6) cm latis (vs. (3.5-)5-8(-11.5) cm longis, (1-7-)3-4(-7) cm latis), foliolo terminali lateralia aequanti vel leviter

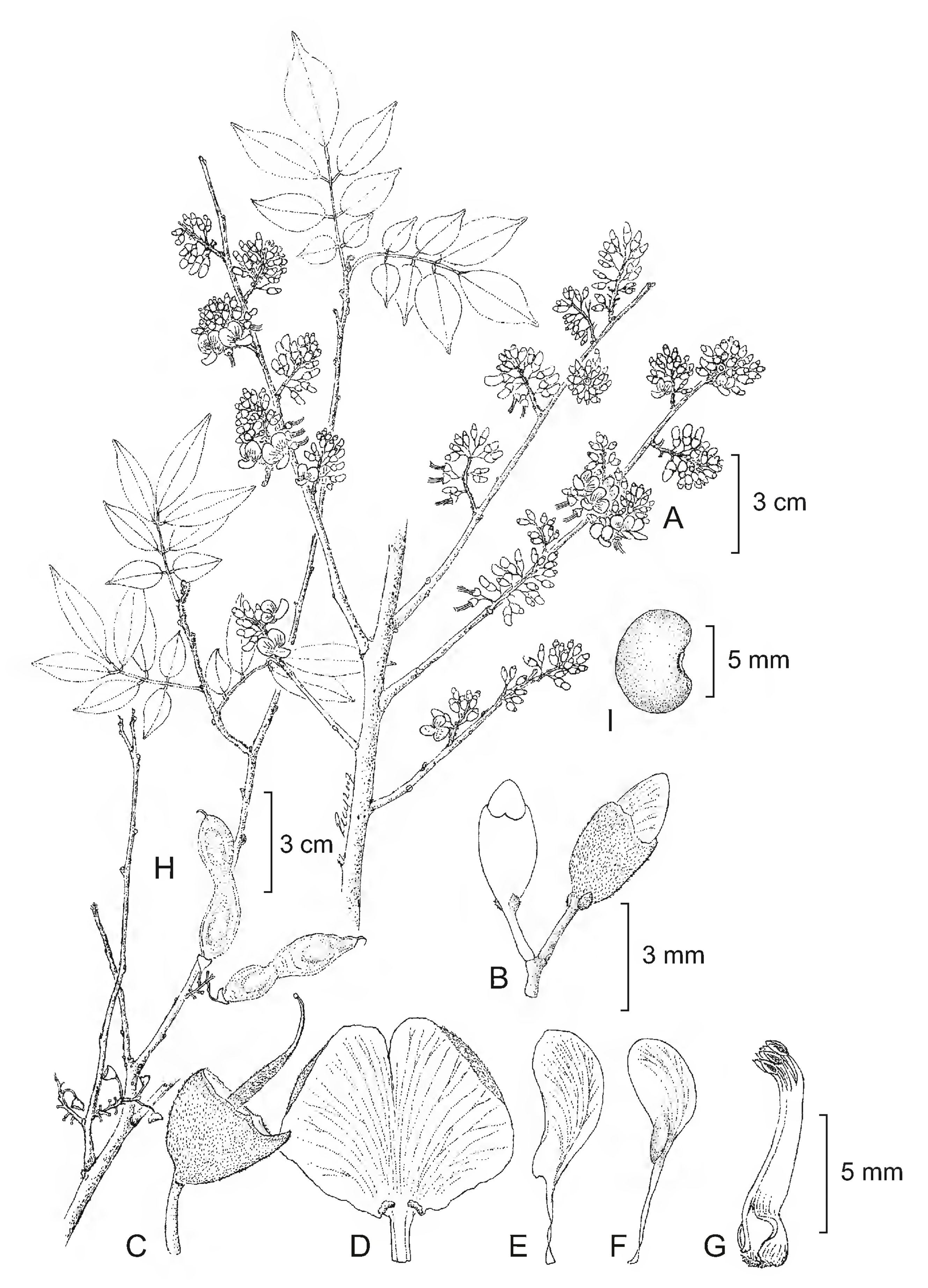


Fig. 3. *Lonchocarpus isthmensis* M. Sousa. A. ramas una con inflorescencias precoces y otra con hojas ya desarrolladas; B. unidad biflora mostrando pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas y botones florales; C. cáliz y gineceo; D. cara abaxial del estandarte; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. infrutescencia y frutos; I. semilla. Ramas con inflorescencia y hojas, botones florales y flor tomadas del holotipo: *R. Cedillo T. 582* (MEXU); infrutescencias, frutos y semilla tomados de *D. Breedlove 24690* (MEXU).

superanti (vs. plerumque multum maiore), inflorescentiis ovoideis (vs. cylindricis); florescentia praecoci vel serotina (vs. serotina); pedunculo florali 2-4 mm longo, gracili (vs. 0.5-1.2 mm longo, robusto), floribus 11-14 mm longis (vs. 9-10 mm) differt.

Arbolitos a árboles 4-15 m de alto, caducifolios; corteza interior sin fluido resinoso al corte; ramas densamente pardo-amarillento tomentulosas, posteriormente glabrescentes. Hojas con estípulas 1.4-1.6 mm de largo, ligulares a triangulares, caducas; pecíolo 0.8-2 cm de largo, canaliculado; hojas (5-)7-9-folioladas; folíolos (2-)3.5-5(-6.5)cm de largo, 1.5-2(-2.6) cm de ancho, el folíolo terminal con frecuencia ligeramente más grande que los laterales a tan grande como ellos, elípticos y ovados, la base cuneada o en ocasiones redondeada, algo asimétrica, el ápice acuminado a casi caudado, cartáceos, epunteados, ligeramente discoloros, sin brillo, esparcidamente canescente seríceos, más densamente sobre las nervaduras, a glabrescentes sobre el haz, moderada a esparcidamente sobre el envés, nervadura primaria y secundarias ligeramente impresas en el envés, nervaduras laterales 4-6 pares. Inflorescencias 2-4.5 cm de largo, simples, erectas, ovoideas, casi sésiles; flores congestas, floración generalmente precoz a tardía; pedúnculos florales 2-4 mm de largo, esbeltos; pedicelos 4-6 mm de largo; bractéolas 0.8-1 mm de largo, oblongas, lanceoladas, opuestas, cercanas y adpresas al cáliz a patentes. Botones elipsoidales. Flores 11-14 mm de largo; cáliz 4-5 mm de largo, cortamente dentado, los dientes triangulares, agudos, el carinal hasta 1.5 mm, ciatiforme, epunteado, moderada a esparcidamente canescente seríceo sobre un fondo guinda oscuro; corola morada, escarlata o rosada, epunteada, estandarte reflexo, la lámina 9-11 mm de ancho, oblata, moderadamente canescente serícea adaxialmente, en la base-centro esparcidamente canescente pelosa a glabra abaxialmente; ovario 7-ovulado. Legumbre 3-3.5 cm de largo cuando con una semilla, 4-5.5 cm de largo cuando con dos a tres, 6-7.2 cm de largo cuando con cuatro a cinco, 0.9-1.4 cm de ancho, oblanceolada, oblongo-linear, indehiscente, casi sésil en la base, obtusa y rostrada en el ápice, lateralmente compresa, recta, en ocasiones ligeramente constricta, membranácea a cartácea, esparcida, moderada a más a menudo densamente canescente tomentulosa a velutina, el margen vexilar y el carinal aquillados; semillas 1-5, 6.7-8.5 mm de largo, 5-6.3 mm de ancho, ca. de 2.8 mm de grueso, color castaño.

Distribución, hábitat, fenología: Especie presente en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y Planicie Costera del Pacífico en Oaxaca, en selvas medianas subcaducifolias y bosques mesófilos, y en el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca y área colindante de la Depresión Central de Chiapas, en selvas bajas caducifolias con do-

minancia de *Bursera*, vega de ríos y ecotonías de selvas bajas caducifolias con bosques de *Pinus-Quercus*. En altitudes de 100 a 1400 m. La floración de esta especie que habita en las selvas caducifolias abarca de finales de febrero a finales de mayo, pero su pico es de abril a mediados de mayo; en selvas subperennifolias y bosques mesófilos comprende de finales de octubre a inicios de enero.

Etimología. La especie se encuentra, en gran parte, distribuida en el Istmo de Tehuantepec y el epíteto específico lo resalta.

Material adicional examinado (poblaciones de la Sierra Madre del Sur y Planicie Costera del Pacífico): MÉXICO: **Oaxaca**: DISTRITO POCHUTLA: sobre el camino a la Finca El Faro, 11 km al N de Xadane, Municipio de San Miguel del Puerto, 16°00' N, 96°04' O, *A. Campos V. et al. 5109* (MEXU); Oreja de León, municipio San Miguel del Puerto, *J. Pascual 746, 1303* (MEXU); camino a la Constancia, camino a Santa Clara, municipio San Miguel del Puerto, *J. Pascual 1671* (MEXU); Cerro Huatulco, ca. 3 km N de Santa María Huatulco, 15°51'25" N, 96°20'50" O, *C. A. Pendry et al. 808* (MEXU); a 5 km N Santa María Xadani, camino a Finca Montecarlo, municipio San Miguel del Puerto 15°58'39 N, 96°05'09" O, *S. H. Salas M. et al. 3518* (MEXU); Finca Montecarlo, municipio San Miguel del Puerto, *S. H. Salas M. et al. 4378* (MEXU); 500 m al S de la finca el Mamey, municipio San Miguel del Puerto, 15°58'38" N, 96°05'08" O, *A. Saynes V. et al. 2835* (MEXU); a 500 m al O del rancho San Agustín, camino al cerro La Campana, municipio San Miguel del Puerto, 15°59'34" N, 96°06'33" O, *A. Saynes V. et al. 2848* (MEXU); arroyo Arena, Santa María Huatulco, *J. Vásquez H. 195* (MEXU).

Material adicional examinado (poblaciones del Istmo de Tehuantepec y Depresión Central de Chiapas): MÉXICO: **Oaxaca**: DISTRITO JUCHITÁN: on the road N from La Ventosa towards Matías Romero, about 10 km N of La Ventosa 16°37' N, 94°57' O, *C. E. Hughes 1302* (MEXU, NY); faldas del Cerro Timbón, Cieneguilla, municipio Santa María Petapa, 94°58'01" N, 16°44'49" O, *G. Juárez García et al. 3208* (MEXU); Nizanda, *T. MacDougall s.n.* (F, NY); Mazahuete, a 15.8 km NE La Ventosa, municipio Ixtlatepec, *M. Sousa S. 3695* (F, MEXU, MICH, MO, US); hacia el paraje "Agua Tibia", a 500 m al N de Nizanda, municipio Asunción Ixtlatepec, 16°40'02" N, 95°00'35" O, *E. Pérez García y B. Reyes R. 1022, 2322, 2328* (MEXU); 31 km N de Juchitán, carr. Matías Romero, *P. Tenorio L. et al. 3525* (MEXU); 5 km E de Mazahua, hacia El Zapote, 13 km al NE La Ventosa, municipio Ixtaltepec, *R. Torres C. et al. 11952* (MEXU).

Chiapas: 6 km N of Arriaga, municipio Arriaga, *D. E. Breedlove 24424* (DS); 5-7 km NW of Rizo de Oro, along a logging road to cerro Baúl and Colonia Figueroa, municipio Cintalapa, *D. E. Breedlove 24690* (ENCB, MEXU, MO, NY); Pijijiapan, *E. Hernández X. 257* (MEXU); W of Rizo de Oro, *T. MacDougall s.n.* (MEXU); 2.9 km al NE de la Colonia Ramón E. Balboa, o 8.9 km NE de Rizo de Oro, hacia Cerro Baúl, *R. Torres C. y J. Martínez 4821* (MEXU); a 9 km al NO de Rizo de Oro, hacia Rodolfo Figueroa, municipio Cintalapa, *R. Torres C. et al. 5396* (MEXU); Rancho Alianza, a 9 km al N de Arriaga, por la carr. a Tuxtla, 16°19' N, 93°52' O, *P. Tenorio L. y J. L. Linares 19785* (MEXU); 7.5 km al NO de Rizo de Oro sobre camino a Colonia Rodolfo Figueroa, 16°31' N, 94°07' O, *T. Wendt y L. Rico A. 4332* (MEXU).

Especie cercana *a Lonchocarpus lineatus* Pittier de la Planicie Costera del Golfo de México, que prospera en los estratos arbóreos bajo y mediano de las selvas medianas a altas subcaducifolias a subperennifolias con dominancia de *Brosimum*, en suelos derivados de rocas calizas, mientras que *L. isthmensis* prospera en la vertiente del Pacifico e Istmo de Tehuantepec, en selvas medianas subcaducifolias y bajas caducifolias. Las diferencias morfológicas entre ambos taxa se contrastan en la diagnosis y la clave dicotómica de las especies de la sección.

En *L. isthmensis* se presentan dos patrones de distribución (véase los dos grupos separados en el material examinado) el primero representado por poblaciones en la Sierra Madre del Sur y Planicie Costera del Pacífico, habitando en selvas medianas subcaducifolias a bosques mesófilos, en los que la floración se comporta como tardía, y la pelosidad de su fruto tiende a ser más rala. En las poblaciones del Istmo de Tehuantepec y la Depresión Central de Chiapas, la especie prospera en selvas bajas caducifolias y en ecotonías con bosques de *Pinus-Quercus*, en los que la floración es precoz, o sea que ocurre antes que aparezcan las hojas, y la legumbre cuenta con una pelosidad más densa.

Lonchocarpus latimarginatus M. Sousa, sp. nov. Tipo: México, Veracruz, 10.5 km al NE de Uxpanapa (Poblado 12) sobre el camino al Poblado 13, 17°16' N, 94°10' O, *T. Wendt et al. 4046* (holotipo: MEXU!; isotipo: ENCB!). Fig. 4.

Arbor ad 35 m alta; rami juniores dense ferrugineo-velutini; stipulae 2.5-3 mm longae; folia (7-)9-11-foliolata, foliolis supra glabrescentibus nitentibusque, infra moderate fusco-flavidis vel ferrugineo-tomentosis, epunctatis. Inflorescentiae (8-)10-18 cm longae, congestiflorae; pedunculi florales (2-)3-4 mm longi, tenues;

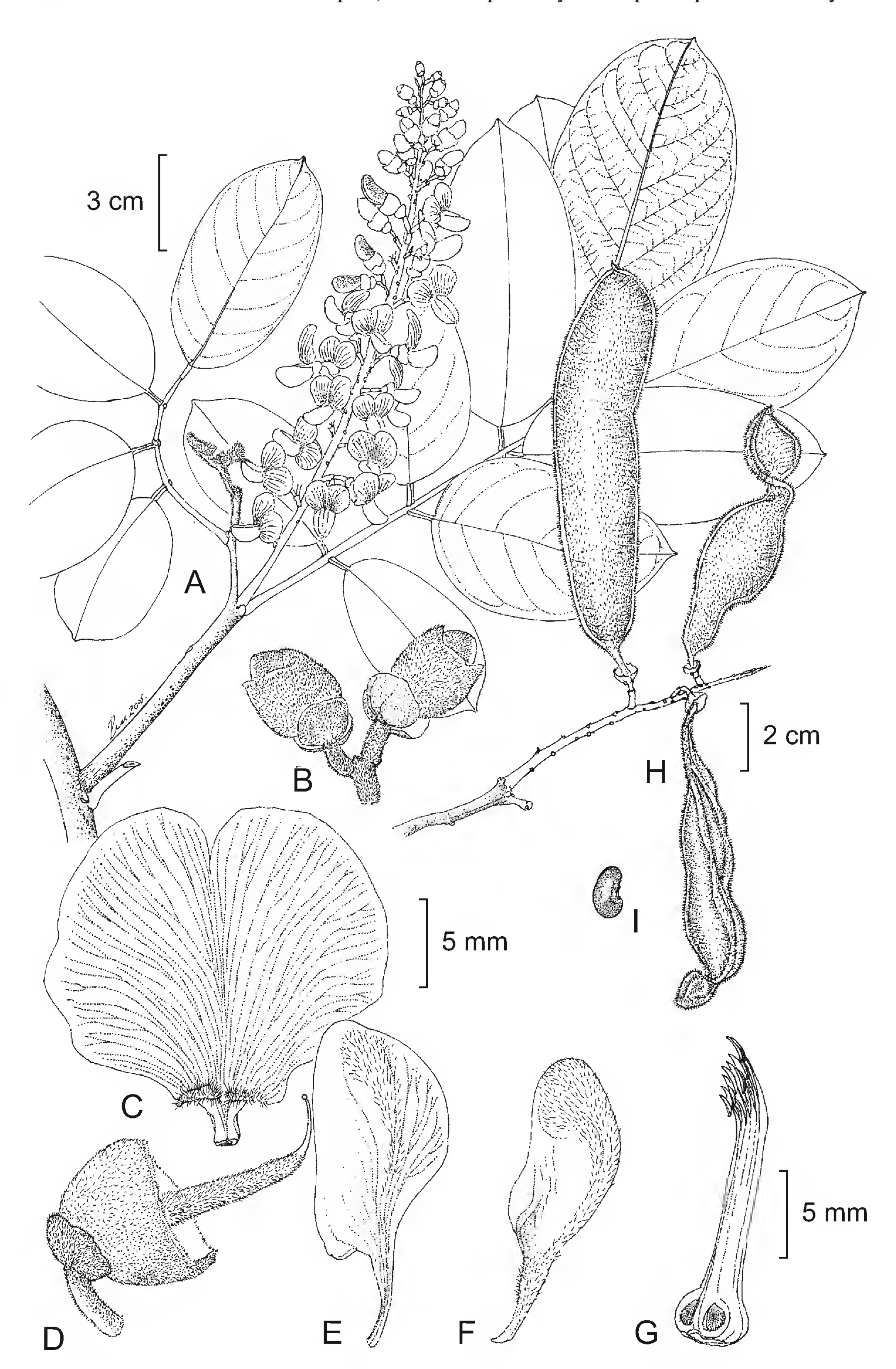


Fig. 4. *Lonchocarpus latimarginatus* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencia; B. unidad biflora con pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas y botones florales; C. cara abaxial del estandarte; D. cáliz y gineceo; E. ala; F. pétalos de la quilla; G. tubo estaminal; H. infrutescencia y fruto; I. semilla. Rama con inflorescencia y botones florales tomados de *J. Dorantes et al. 2606* (MEXU); flores y sus partes tomados de *T. Wendt et al. 3699* (MO); infrutescencia y semilla tomadas del holotipo: *T. Wendt. et al. 4046* (MEXU).

pedicelli 4-6.5 mm longi; bracteolae 3.5-4 mm longae, 5-6 mm latae, oblatae, plus quam trientem calycis tegentes. Flores 16-18 mm longi, lamina vexilli 18-22 mm lata; ovarium 10-ovulatum. Legumen indehiscens, 9-12.5 cm longum, ad 2.9 cm latum, membranaceum vel chartaceum, moderate vel dense fusco-flavidum vel ferrugineo-tomentosum, margine vexillari 11-14 mm crasso, alato. Semina 11-12 mm longa, castanea.

Árboles 15-35 m de alto; brevemente subcaducifolios; corteza interior con fluido resinoso al corte, ramas jóvenes densamente ferrugíneo velutinas, posteriormente glabrescentes. Hojas con estípulas 2.5-3 mm de largo, ligulares a ovadas, pronto caducas; pecíolo 1.2-3 cm de largo, terete; hojas (7-)9-11-folioladas; folíolos 7.5-11 cm de largo, 3.5-4.2(-5.2) cm de ancho, lanceolados a elípticos o en ocasiones ovados, la base generalmente obtusa, a cortamente cuneada y algo asimétrica, el ápice cortamente acuminado, brillantes y glabros excepto sobre las nervaduras en el haz, moderadamente pardo-amarillento a ferrugíneo tomentulosos en el envés, subcoriáceos, epunteados; nervadura primaria y las secundarias prominentes en el envés, las laterales (6-)8-10 pares. Inflorescencias (8-)10-18 cm de largo, simples, axilares, erectas, frecuentemente paniculáceas, congestifloras, pedunculadas, los pedúnculos muy cortos a casi sésiles, hasta 1.5 cm de largo, floración precoz a coetánea; pedúnculos florales (2-)3-4 mm de largo, delgados; pedicelos 4-6.5 mm de largo; bractéolas 3.5-4 mm de largo, 5-6 mm de ancho, oblatas, algo cordatas en la base, opuestas, cercanas, adpresas y cubriendo más de 1/3 del cáliz, persistentes. Flores 16-18 mm de largo; cáliz (5-)6-7 mm de largo, truncado, epunteado, pardo-amarillento seríceo; corola rosada, ocasionalmente morada, epunteada, la lámina del estandarte 18-22 mm de ancho, oblata, densamente canescente serícea adaxialmente, en el centro-base sobre los lóbulos callosos, canescente abaxialmente; ovario 10-ovulado, canescente estrigoso, el estilo curvado. Legumbre 9-12.5 cm de largo, hasta 2.9 cm de ancho, elíptica a linear oblonga, indehiscente, casi sésil y redondeada en la base, obtusa a rostrada en el ápice, comprimida, las valvas algo abombadas a la altura de las semillas, constricta entre las semillas sobre los márgenes y valvas, membranácea a cartácea, moderada a densamente pardo-amarillenta a ferrugíneo tomentosa, el margen vexilar 11-14 mm de grueso, alado, cada ala hasta 7 mm de ancho, el margen carinal aquillado; semillas 1-4, 11-12.2 mm de largo, 7-8.5 mm de ancho, ca. 2.8 mm de grosor, color castaño.

Distribución, hábitat, fenología. Especie endémica a México que habita la Planicie Costera del Golfo de México, en Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas; en

climas cálidos muy húmedos, donde prosperan las selvas altas perennifolias, en las que esta especie es parte del estrato arbóreo medio y alto; crece en suelos profundos de color café claro de origen calizo; en altitudes bajas de 110-140 m, en Tabasco y Chiapas de 350-500 m. La floración se presenta de mediados de marzo a inicios de abril, la fructificación inicia a principios de mayo, con frutos maduros a mediados del mismo mes.

Etimología. El nombre específico alude al margen vexilar 2-alado del fruto.

Material adicional examinado: MÉXICO: **Veracruz**: alrededor del Campamento Hermanos Cedillo, municipio Hidalgotitlán, 17°15' N, 94°40' O, *J. Dorantes et al. 2606* (ENCB, MEXU, XAL); km 0-3 camino Plan de Arroyo - Río Alegre, municipio Hidalgotitlán, 17°15' N, 94°40' O, *J. Dorantes et al. 3064* (MEXU, XAL); alrededor del Campamento Cedillo, municipio de Hidalgotitlán, 17°15' N, 94°40' O, *F. Ponce C. 122* (ENCB, IEB, MEXU, XAL); Río Soloxuchil a orilla del Campamento Hermanos Cedillo, municipio Hidalgotitlán, 17°16' N, 94°37' O, *M. Vázquez et al. 127* (MEXU, XAL); 10.5 km al NE de Uxpanapa (Poblado 12) sobre el camino a Poblado 13, municipio Minatitlán, 17°16' N, 94°10' O, *T. Wendt et al. 3699* (ENCB, MEXU, MO), *4101* (ENCB, MEXU).

Oaxaca: DISTRITO JUCHITÁN: carr. Acayucan a Sarabia, poblado Nuevo Ubero, *J. I. Calzada 1793* (BM, ENCB, MEXU); a 22 km NE de Donajii, brecha a José María Morelos, municipio Matías Romero, 17°13'09" N, 95°01'50" O, *R. L. García G. et al. 1118* (MEXU); 7 km O de Esmeralda, en terracería La Laguna - Sarabia 2.6 km al S por el camino, 17°07' N, 94°49' O, *T. Wendt et al. 3628* (ENCB, F, MEXU, XAL); Nuevo Progreso, loma al S de la Peñasquera, 17°08'43" N, 95°01'56" O, *A. Nava Zafra 2039* (MEXU).

Tabasco: camino a Candelaria, municipio Huimanguillo, 17°19'43" N, 93°36'78" O. *M. A. Guadarrama et al. 6234* (ENCB, MEXU).

Chiapas: 22 km to S of Pichucalco on the road to Bochil and Tuxtla Gutiérrez, 17°27' N, 93°05' O, *D. J. Macqueen 562* (MEXU, NY).

Planta sin aparente relación con alguna especie conocida, sin embargo, tiene similitud con el complejo de *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC., especialmente con *L. tomentosus* Tul., árbol propio de Brasil, sobre todo por sus frutos cuyo margen vexilar es bialado, aunque las alas de *L. latimarginatus* miden hasta 7 mm de ancho (vs. hasta 3 mm de ancho). La textura del fruto es membranácea a cartácea (vs. coriácea a subleñosa), la pelosidad ferrugíneo velutina de los órganos vegetati-

vos así como del fruto (vs. cinérea a pardo-amarillenta); sus bractéolas miden 3.5-4 mm de largo y 5-6 mm de ancho (vs. 1.5-1.7 mm, por 1.5-2 mm) y las flores 16-17 mm de largo (vs. 12-14 mm).

Lonchocarpus michoacanicus M. Sousa, sp. nov. Tipo. México, Michoacán: a 4 km al NE de Maruata, camino al Páramo, municipio Aquila, altitud 40 m, 21 octubre 1985, *J. C. Soto N., S. Román G. y A. Vidal C. 11237* (holotipo: MEXU; isotipo: MEXU). Fig. 5.

Lonchocarpo hondurensi Benth. similis a quo foliis plerumque 7-foliolatis (vs. 5-foliolatis), inflorescentiis pedunculatis (vs. sessilibus ad fere subsessilibus), bracteolis 0.8-0.9 mm longis (vs. 1-1.2(-2) mm); floribus 14-15 mm longis (vs. 10-11 mm); lamina vexillari 13-14 mm lata (vs. 9-11 mm) differt.

Árboles 6-15 m de alto; corteza interior con escaso fluido rojizo al corte; ramas jóvenes moderadamente canescente tomentulosas, pronto glabrescentes a glabras. Hojas con estípulas ca. 1.7 mm de largo, 1.8 mm de ancho, suborbiculares a oblatas, pronto caducas; pecíolo 2.2-3.2 cm de largo, con un canalículo adaxial a lo largo del eje foliar; hojas 7-folioladas; folíolos (3.2-)4.5-6.5(-8) cm de largo, (1.5-)2.5-4.5 cm de ancho, elípticos a anchamente elípticos, la base ligeramente cuneada a cuneada, el ápice corto a agudamente acuminado, el folíolo terminal ligeramente más grande que los laterales, algo obovado y más pronunciadamente cuneado en la base, ligeramente brillantes y glabros en el haz, esparcidamente canescente tomentulosos a glabrescentes en el envés, cartáceos a subcoriáceos, epuntedos, la nervadura primaria más prominente que las secundarias, nervaduras laterales 6-7 pares. Inflorescencias 6.5-12 cm de largo, simples, axilares, erectas, pedunculadas, los pedúnculos 1.5-3 cm de largo; flores congestas; floración tardía; pedúnculos florales ca. 1.5 mm de largo, robustos; pedicelos 1.3-2.5 mm de largo, delgados; bractéolas 0.8-0.9 mm de largo, 0.9-1 mm de ancho, suborbiculares a ligeramente oblatas, pateniformes, opuestas, adpresas a la base del cáliz. Botones florales elipsoidales. Flores 14-15 mm de largo, cáliz 2.5-3 mm de largo, ciatiforme, truncado, epuntedo, moderadamente pardo-amarillento seríceo, con fondo rojizo oscuro; corola morada, epunteda (el ala y la quilla con vesículas alargadas), la lámina del estandarte 13-14 mm de ancho, oblata, densamente canescente serícea adaxialmente, la cara abaxial glabra excepto en la base y en el tercio al medio central, con pelosidad canescente tomentulosa; ovario 9(-10)-ovulado. Legumbre (3-)5-8.5 cm de largo, 1.4-1.8 cm de ancho, oblonga o en ocasiones elíptica, inde-

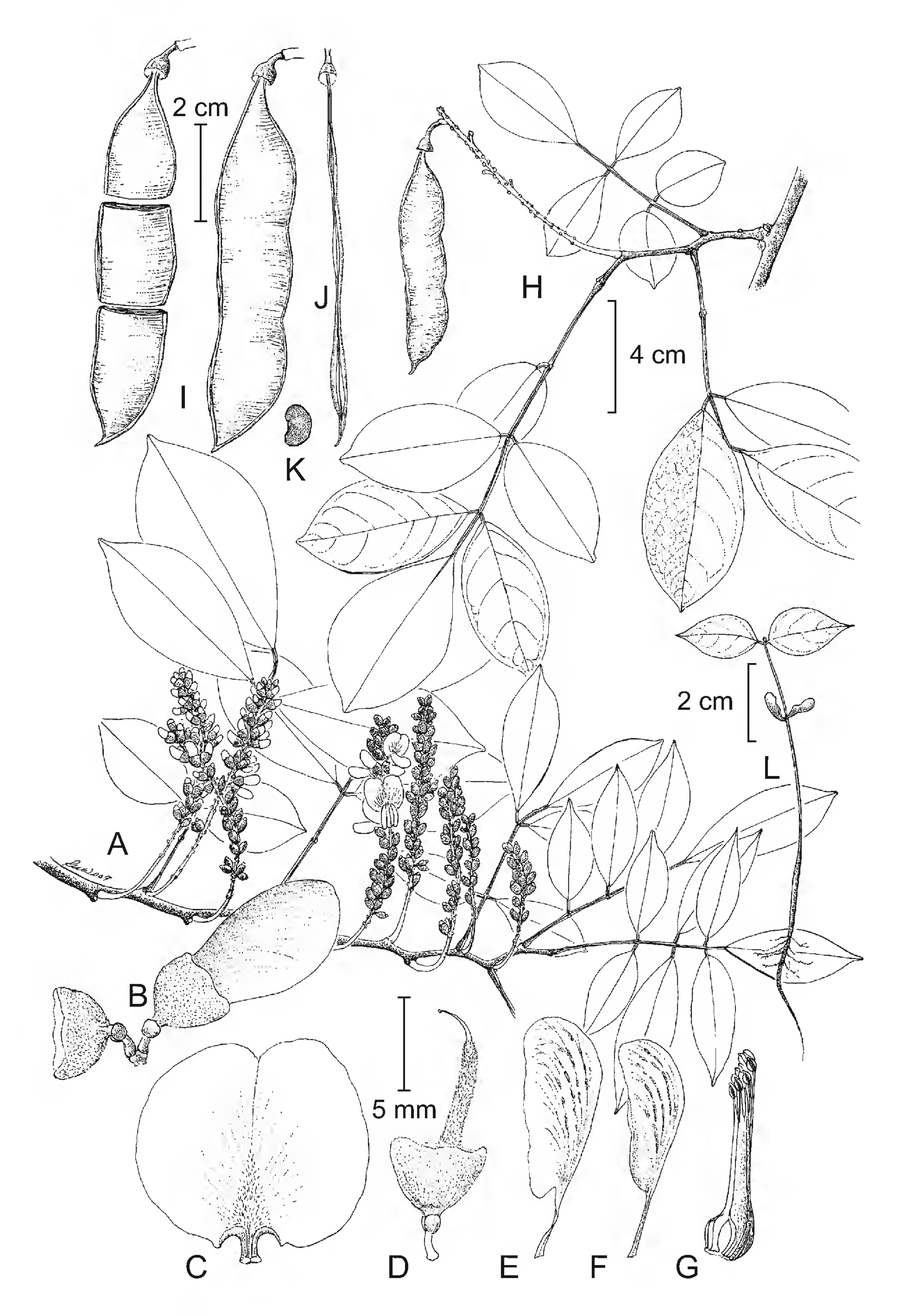


Fig. 5. *Lonchocarpus michoacanicus* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora mostrando pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas y botones florales; C. estandarte cara abaxial; D. cáliz y gineceo; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. rama con hojas e inflorescencias; I. frutos mostrando fragmentación; J. margen vexilar del fruto; K. semilla; L. plántula. Rama con inflorescencias, botones florales, flor y sus partes tomadas del holotipo: *J.C. Soto 11237* (MEXU); rama con infrutescencia, frutos, semilla y plántula tomados de *J.C. Soto 15608* (MEXU).

hiscente, casi sésil, atenuada en la base, el ápice frecuentemente rostrado, algo constricta entre las semillas, lomentácea fragmentándose en unidades monospermas, coriácea, las valvas nervadas, algo abombadas a la altura de las semillas, esparcidamente canescente tomentosa, el margen vexilar hasta 3 mm de grueso, enervado, ligeramente sulcado a todo lo largo, el margen carinal ca. 1 mm de grueso, nervado; semillas 1-5, 8-9.5 mm de largo, 5.5-6 mm de ancho, 2.9-3 mm de grosor, lisas, pardo-amarillentas. Plántulas con los cotiledones epigeos; eófilos opuestos, simples; primera hoja alterna, 3-foliolada.

Distribución, habitat, fenología: especie endémica al estado de Michoacán, Mexico. En la Planicie Costera del Pacífico, en las vertientes premontanas de la Sierra Madre del Sur, en selvas medianas subcaducifolias, sobre terrenos planos; en altitudes entre 40 y 60 m. La floración de finales de octubre, la fructificación con frutos ya maduros a principios de mayo.

Etimología. El epíteto acentúa que se trata de una especie endémica al estado de Michoacán en México.

Material adicional examinado: México: **Michoacán**: 2 km al NE de Maruata, camino a Pómaro, municipio Aquila, *José Carmen Soto Núñez 15608* (MEXU).

Especie cercana a *Lonchocarpus hondurensis* Benth., sobre todo por la similitud de sus frutos; en ambas plantas el fruto se segmenta de margen a margen, formando unidades monospermas adaptadas a la dispersión por corrientes de agua; sin embargo las inflorescencias y flores difieren, véase su comparación en la diagnosis.

Lonchocarpus pedunculatus M. Sousa, sp. nov. Tipo: México. Chiapas, a 14-15 km al S-SE de Altamirano, Río Tzaconeja y carr. Altamirano - Comitán, municipio Altamirano, 10 abril 1995, *H. Mejía E. y A. Luna G. 243* (holotipo: MEXU; isotipos: ECOSUR, MEXU). Fig. 6.

Frutices vel arbusculae ca. 3 m altae; folia 5-7-foliolata; foliola (1.6-)2.3-2.8 cm lata, anguste elliptica vel elliptica, epunctata, apice caudata, supra leviter nitentia, fere glabra, nervis lateralibus 8-14 paribus. Inflorescentiae 2-4 cm longae, erectae, pedunculatae; pedunculi florales 2-2.5 mm longi; bracteolae 0.6-0.8 mm longae, ca. 1 mm latae, ovatae vel oblatae, calyce proximae, calycem adpressaeque. Flores 8-9 mm longi; calyx ca. 2 mm longus, epunctatus moderate canescenti-sericeus, fundo

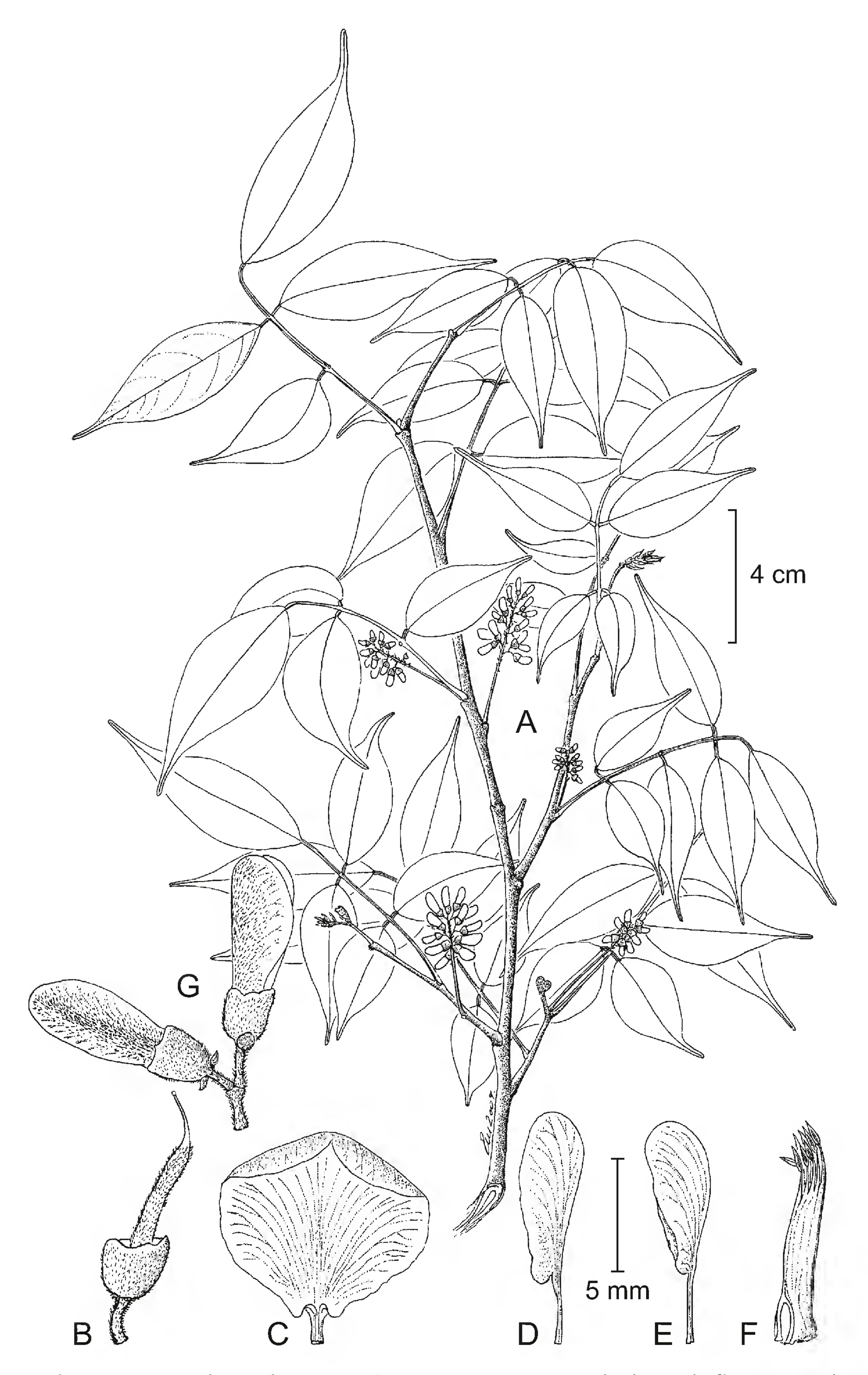


Fig. 6. *Lonchocarpus pedunculatus* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. inicio del desarrollo de un fruto mostrando, pedicelo, cicatriz de una bractéola ya caída, cáliz y gineceo. C. cara abaxial del estandarte; D. ala; E. pétalos de la quilla; F. tubo estaminal; G. unidad biflora, mostrando pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas y botones florales. Todos los órganos fueron tomados del holotipo: *Mejía y Luna 243* (MEXU).

manifesto atro-rubescenti; lamina vexillaris ca. 9 mm lata; ovarium 6-ovulatum. Fructus incognitus.

Arbustos a arbolitos ca. 3 m de alto; corteza interior sin fluido resinoso rojizo al corte; ramas jóvenes pardo-amarillento seríceas, pronto glabrescentes. Hojas con estípulas ca. 1 mm de largo, lanceoladas, pronto caducas; pecíolo 2.3-3 cm de largo, canaliculado adaxialmente; hojas 5-7-folioladas; folíolos 4.5-7.5 cm de largo, (1.6-)2.3-2.8 cm de ancho, angostamente elípticos a elípticos o lanceolado-elípticos, cartáceos, epunteados, concoloros, la base cuneada a ligeramente cuneada, el ápice caudado, el haz ligeramente brillante, casi glabro, excepto el nervio medio pardo-amarillento tomentuloso, así como las venas secundarias que llevan pelosidad muy esparcida, el envés ligeramente más peloso; nervaduras primaria y secundarias algo realzadas en el envés, las laterales 8-14 pares. Inflorescencias 2-4 cm de largo, simples, axilares, erectas, congestifloras en el ápice, pedunculadas, el pedúnculo 1.5-2.5 cm de largo; floración tardía; pedúnculos florales 2-2.5 mm de largo, delgados; pedicelos 1.5-2.5 mm de largo; bractéolas 0.6-0.8 mm de largo, ca. 1 mm de ancho, ovadas a oblatas, cercanas y adpresas al cáliz, opuestas, caducas. Flores 8-9 mm de largo; cáliz ca. 2 mm de largo, casi truncado, epunteado, moderadamente canescente seríceo, con un fondo visible rojizo oscuro; corola morada, epunteada, esparcidamente canescente serícea, la lámina del estandarte ca. 9 mm de ancho, suborbicular a oblata reflexa, cóncava, cara adaxial moderadamente pelosa, sobre todo en las nervaduras y ápice, márgenes glabros, en la base-centro biauricular y bicallosa del lado abaxial, y esparcidamente velutina, la uña ca. 1.5 mm de largo; ovario 6-ovulado. Legumbre se desconoce.

Distribución, hábitat, fenología. Especie solamente conocida de una recolecta en el estado de Chiapas, México; en la Meseta Central de Chiapas; en vegetación riparia, con encinares circundantes; en altitudes alrededor de los 1240 m. Florece a principios de abril, desconociéndose su período de fructificación.

Etimología. El epíteto aduce al hecho de que su inflorescencia es pedunculada.

Especie característica por sus foliolos largamente caudados que propician la presencia de numerosas (8-14 pares) nervaduras laterales; inflorescencias pedunculadas, erectas con flores de tamaño pequeño (8-9 mm de largo). Al desconocerse sus frutos su relación con otras especies de la sect. *Lonchocarpus* aún está por definirse.

Lonchocarpus plicatus M. Sousa, sp. nov. Tipo. México, Veracruz, puente Río Actopan, tramo a la Bocana, municipio Actopan, 27 enero 1992, *J. I. Calzada 17552* (holotipo: MEXU; isotipos: ENCB, MEXU, MO). Fig. 7.

Nombre común: palo cal (en Veracruz).

Lonchocarpo yucatanensi Pittier similis a quo foliis 3-foliolatis (vs. 5(-7)-foliolatis); foliolis marginibus undulatis (vs. applanatis), apicibus acuminatis vel longe acuminatis (vs. breviter acuminatis vel obtusis); calyce, bracteolis et pedicellis fusco-flavidis sericeis (vs. canescenti-sericeis); ovario 5-6-ovulato (vs. 7-9-ovulato) differt.

Arbolitos 3-6 m de alto, caducifolios; corteza interior sin fluido resinoso al corte; ramas jóvenes moderada a densamente canescente a cinéreo seríceas, posteriormente glabrescentes a glabras. Hojas con estípulas 0.6-0.8 mm de largo, 0.5-0.7 mm de ancho, ovadas a triangulares, pronto caducas; pecíolo (1.2-)2.3-3.5 cm de largo, canaliculado; hojas 3-folioladas; folíolos 3.2-8.5(-10) cm de largo, 1.6-2.8(-3.8) cm de ancho, el folíolo terminal más grande que los laterales, elípticos a lanceolados, algo discoloros, la base ligeramente cuneada a cuneada o algo redondeada, los márgenes ondulados, el ápice acuminado a largamente acuminado, cartáceos, epunteados, opacos, muy esparcidamente canescente seríceos a glabrescentes en el haz, esparcidamente canescentes en el envés, nervadura primaria y secundarias ligeramente realzadas en el envés, nervaduras laterales 7-8 pares. Inflorescencias 4-8.6 cm de largo, simples, axilares, pedunculadas, el pedúnculo 1.5-2.5 cm de largo, flores espaciadas, floración tardía; pedúnculos florales 0.8-2.1 mm de largo, robustos; pedicelos 1.2-2.4 mm de largo; bractéolas 0.5-0.8 mm de largo, ovadas, cercanas al cáliz, adpresas a él o patentes. Botones florales elipsoidales. Flores 7.5-8 mm de largo; cáliz 2-2.2 mm de largo, ciatiforme, casi truncado, epunteado, moderadamente pardo-amarillento seríceo sobre un fondo rojizo oscuro; corola de color violeta o morada, epunteada, esparcidamente canescente serícea; estandarte reflexo, la lámina 7-7.5 mm de ancho, oblata, cóncava, en la porción central moderadamente serícea del lado abaxial, glabra, biauricular y bicallosa adaxialmente; ovario 5-6-ovulado. Legumbre 3-4.5 cm de largo cuando con una a tres semillas, 4.5-5.5 cm de largo cuando con cinco, 0.9-1.1 cm de ancho, linear-oblonga, indehiscente, membranácea, esparcidamente canescente serícea a glabrescente, ligeramente atenuada en la base, casi sésil, atenuada a obtusa y rostrada en el ápice, lateralmente comprimida, las valvas abombadas a la altura de las semillas, los márgenes vexilar y carinal angos-

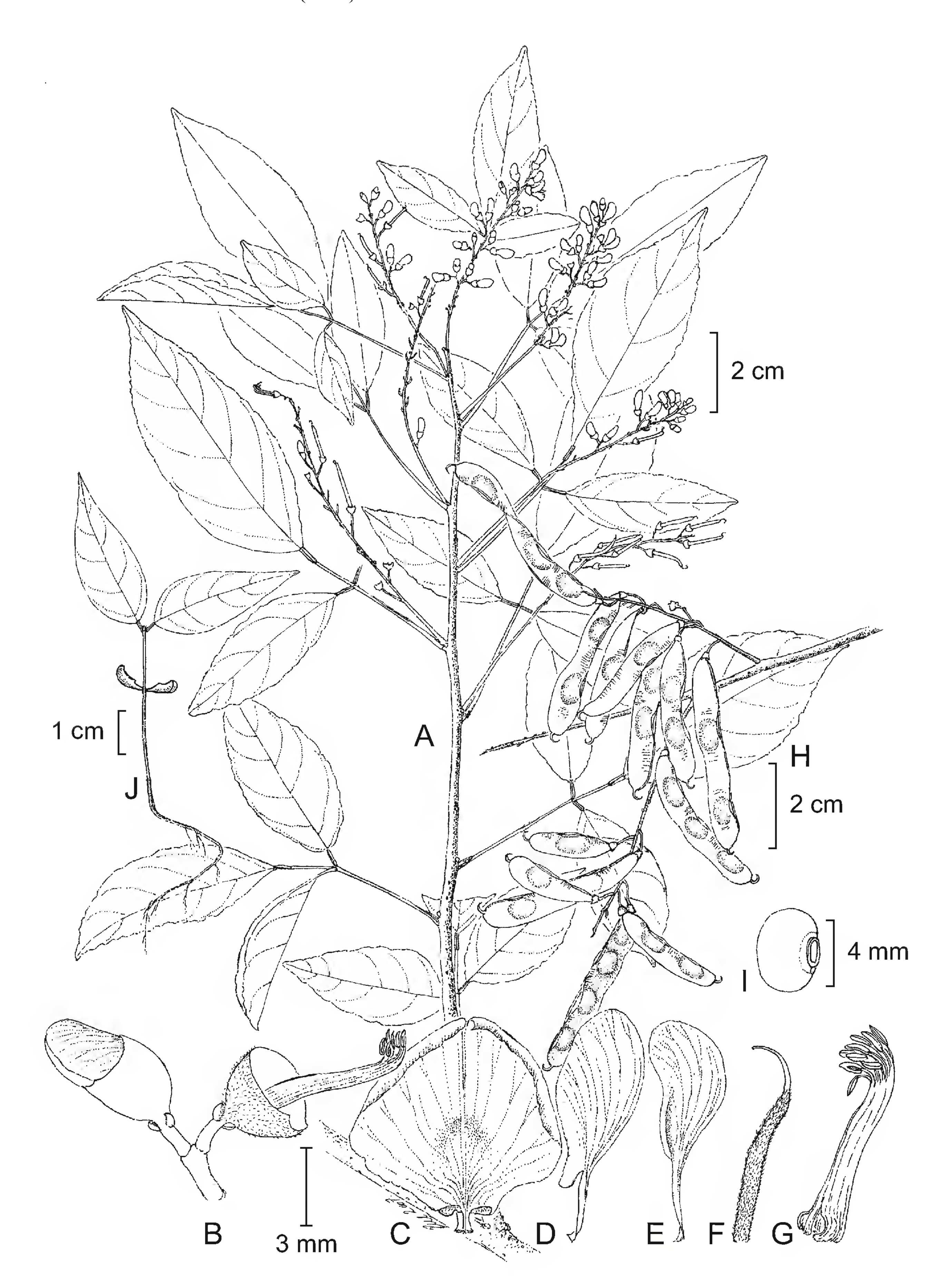


Fig. 7. *Lonchocarpus plicatus* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora mostrando pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas, botón floral, cálices; C. cara abaxial del estandarte; D. ala; E. pétalo de la quilla; F. gineceo; G. tubo estaminal; H. infrutescencia y frutos; I. semilla; J. plántula. Rama con inflorescencia tomados de *M. Sousa 13280* (MEXU); flor y sus partes tomadas de *J. Dorantes et al. 5242* (F); rama con infrutescencia y semilla tomadas del holotipo: *I. Calzada 17552* (MEXU); plántula tomada de *M. Sousa et al. 13373* (MEXU).

tamente aquillados; semillas 1-5, 6-6.2 mm de largo, ca. 4.5 mm de ancho, pardo-amarillentas. Plántulas con cotiledones epigeos; eófilos opuestos, simples.

Distribución, hábitat, fenología. Especie sólo conocida del estado de Veracruz, México; en vegetación de selvas bajas caducifolias y selvas medianas subcaducifolias, en los taludes de la vega de ríos y cuerpos lacustres, sobre suelos aluviales, negros y rocosos, así como en depósitos de cenizas volcánicas; en altitudes bajas de 100 a 160 m. La floración es de mediados a finales de noviembre, la fructificación se inicia a finales de enero con frutos maduros a principios de abril.

Etimología. El epíteto específico se refiere al margen ondulado de sus folíolos.

Material adicional examinado: MÉXICO: **Veracruz**: alrededores Laguna Verde, *J. Dorantes et al. 5224* (F, MEXU, NY); Puente Río Actopan, a 4 km E-SE de Actopan, municipio Actopan, *M. Sousa S. et al. 13280, 13373* (MEXU).

Especie endémica del área fitogeográfica de la Flora Mesoamericana, tiene parentesco con *Lonchocarpus yucatanensis* Pittier, difiriendo de ella (véase diagnosis) por sus hojas 3-folioladas, folíolos con márgenes ondulados y su ápice acuminado a largamente acuminado, además por la pelosidad de bractéolas y pedicelos, así como en el menor número de óvulos por ovario. Prospera fundamentalmente sobre suelos cuyo sustrato es de cenizas volcánicas.

Lonchocarpus subsessilifolius M. Sousa, sp. nov. Tipo. Belice, Cayo, Mai Loohout Station and Dawn Trail, 17 March 1967, *J. Dwyer, T. Elias y R. Maxwell 197* (holotipo: MEXU; isotipo: MO). Fig. 8.

Frutices vel arbusculae, ramis junioribus dense fusco-flavescenti-tomentosis; folia subsessilia 5-foliolata, petiolo plerumque in pulvinulo proximali reducto, ubi praesenti ad 0.8 cm longo, canaliculato. Foliola epunctata, supra glabra aliquot nitentia, infra moderate fusco-luteolo-tomentosa. Inflorescentiae simplices, congestiflorae, pedunculis floralibus 1-2 mm longis, robustis, pedicellis 1.5-2.5 mm longis; bracteolae 1.1-1.2 mm longae, lanceolato-oblongae. Flores 10-11 mm longi, lamina vexillaris 10-12 mm lata, suborbicularis vel oblata; ovarium 3-4-ovulatum. Legumina 2.3-4 cm longa, 1.4-1.6 cm lata, membranacea, moderate fusco-luteolo-tomentosa, margine vexillari ca. 1 mm crasso.

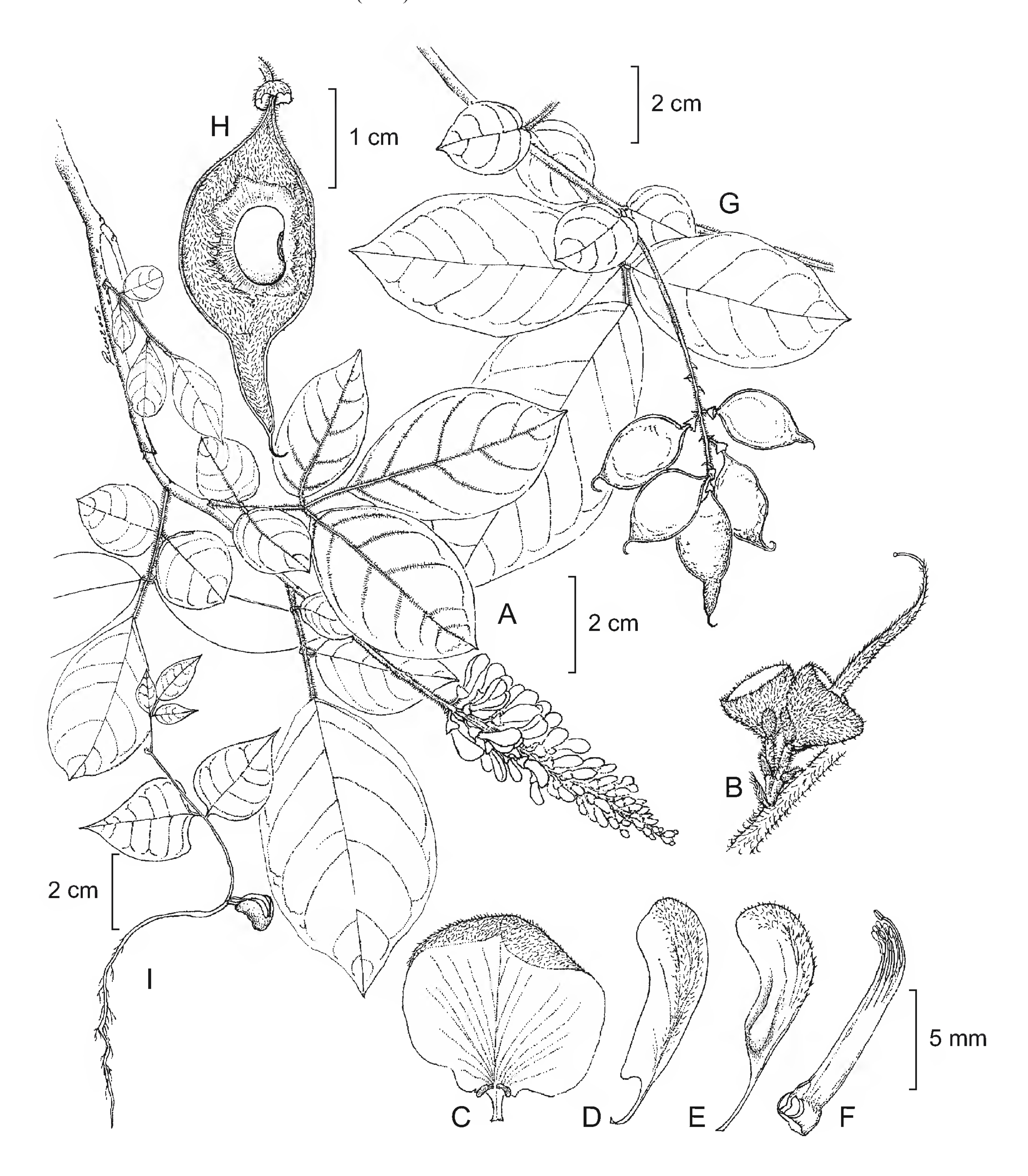


Fig. 8. *Lonchocarpus subsessilifolius* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencia; B. unidad biflora mostrando bráctea del pedúnculo floral, pedúnculo floral, brácteas pedicelares, pedicelos, bractéolas, cálices y gineceo; C. cara abaxial del estandarte; D. ala; E. pétalo de la quilla; F. tubo estaminal; rama con hojas e infrutescencia; H. fruto mostrando una semilla; I. plántula. Rama con inflorescencia, flor y sus partes tomados de *G. Proctor 29694* (IJ); rama con infrutescencia, fruto y semilla tomados del isotipo: *J. Dwyer et al. 197* (MO); plántula tomada de *M. Sousa 4185* (MEXU).

Arbustos a arbolitos 3-6.5 m; corteza interior sin fluido resinoso al corte; ramas jóvenes densamente pardo-amarillento tomentosas, posteriormente en forma esparcida. Hojas con estípulas 1-2 mm de largo, 0.7-1 mm de ancho, triangulares, pronto caducas; pecíolo generalmente reducido al pulvínulo proximal, cuando presente (en hojas maduras), hasta 0.8 cm de largo, acanalado; hojas 5-folioladas; folíolo apical mucho más grande que los laterales, (4-)6-7.5 cm de largo, (2.3-)3.7-4.2 cm de ancho, el par distal 4.5-5.5 cm de largo, 2.3-3.2 cm de ancho, el par proximal reflexo, 1-2 cm de largo, 0.8-1.8 cm de ancho, elípticos, ovados, membranáceos a cartáceos, epunteados, algo discoloros, la base cuneada a en ocasiones redondeada, el ápice acuminado, cortamente acuminado a obtuso, el haz algo brillante, glabro, el envés moderadamente pardo-amarillento tomentoso, más densamente sobre las nervaduras; nervadura primaria y secundarias algo realzadas en el envés, las laterales 5-6 pares. Inflorescencias 5.5-10 cm de largo, simples, axilares, erectas, congestifloras, pedunculadas, los pedúnculos 1.7-2.5 cm de largo; floración tardía; pedúnculos florales 1-2 mm de largo, robustos; pedicelos 1.5-2.5 mm de largo; bractéolas 1.1-1.2 mm de largo, 0.6-0.8 mm de ancho, lanceolado-oblongas, adpresas al cáliz a patentes, opuestas, caducas. Flores 10-11 mm de largo; cáliz 3-4 mm de largo, casi truncado, epunteado, moderadamente pardo-amarillento seríceo sobre un fondo de color guinda oscuro; corola de color púrpura, epunteada, moderadamente canescente serícea; estandarte reflexo, cóncavo, la lámina 10-12 mm de ancho, suborbicular a oblata, serícea principalmente en el ápice del lado adaxial; ovario 3-4-ovulado. Legumbre 2.3-2.5 cm de largo cuando con una semilla, ca. 4 cm de largo cuando con dos semillas, 1.4-1.6 cm de ancho, elíptica a oblonga, indehiscente, aplanada, membranácea, moderadamente pardo-amarillento tomentosa, cortamente estipitada en la base, redondeada y rostrada en el ápice, ligeramente constricta entre las semillas sobre los márgenes, el margen vexilar ca. 1 mm de grueso, aplanado, el margen carinal angostamente aquillado; semillas (inmaduras) 1-2. Plántulas con cotiledones epigeos; eófilos opuestos, simples, primeras hojas alternas 3-folioladas con el pecíolo bien desarrollado.

Distribución, hábitat, fenología. Especie endémica de las Montañas Mayas de Belice, sobre cerros cársticos con selvas subperennifolias a subcaducifolias con *Brosimum alicastrum* y *Protium copal*, como parte del estrato arbóreo bajo. En altitudes entre 460-550 m. La floración se presenta a principios de diciembre; la fructificación a mediados de marzo.

Etimología. El nombre de la especie hace énfasis en sus características hojas subsésiles.

Material adicional examinado: BELICE: **Cayo**: Los Altos Hill, Augustine, *G. R. Proctor 29650* (BM, IJ, LL), *29694* (IJ); Cuevas de Río Frío, 1 km al O de Augustine, *M. Sousa S. 4185* (MEXU).

Especie única en el género *Lonchocarpus* por contar con hojas casi sésiles; conocida solamente de las Montañas Mayas de Belice, sobre suelos de origen calizo.

Lonchocarpus wendtii M. Sousa, sp. nov. Tipo: México, Veracruz, 1 km al E de La Laguna, 17°16'30" N, 94°30'15" O, 24 febrero 1981 (frutos el 21 abril 1981) *T. Wendt A. Villalobos C. e I. Navarrete 2925* (holotipo: MEXU; isotipos: ENCB, F, IBUG, INEGI, NY, XAL). Fig. 9.

Nombres comunes: marinero (Oaxaca), rosa morada (Veracruz).

Arbor ad 35 m alta, rami juniores moderate canescenti-sericei; folia 3-5(-7)-foliolata, supra glabra, foliolis apice plerumque caudato; inflorescentiae fere sessiles; pedunculi florales (0.6-)1.5-2.5 mm longi; pedicelli 1.5-3 mm longi; bracteolae 1.3 mm longae, ovatae vel late oblongae, calycem adpressae; flores 9-12 mm longi; calyx corollaque epunctata; ovarium 7-10 ovulatum. Legumen 4.5-7.5 longum, 0.7-1 cm latum, lineri-oblongum, membranaceum, glabrum, fere sessile, apice rotundatum vel rostratum, lateraliter compressum, valvis in quoque seminis loco distento-rotundatis, margine vexillari carinato vel leviter dilatato ad 3 mm crasso; semina 3-7, 7.6-7.8 mm longa, brunneo-flavescentia. Plantulae cotyledonibus epigaeis; eophylli oppositi, simplices.

Árboles 10-25(-35) m de alto; corteza interior con o sin fluido resinoso rojizo al corte; ramas jóvenes moderadamente canescentes o pardo-amarillento seríceas, pronto glabras. Hojas con estípulas 0.9-1.2 mm de largo, 0.8-0.9 mm de ancho, ovadas a lanceoladas, pronto caducas; pecíolo 1.5-2.9 cm de largo, acanalado; hojas 3-5(-7)-folioladas; folíolos (2.7-)4-8(-12) cm de largo, (1.7-)2.2-4(-5.2) cm de ancho, angostamente elípticos a lanceolado-elípticos, en ocasiones elípticos, cartáceos, epunteados, concoloros a ligeramente discoloros, la base cuneada o en ocasiones redondeada, el ápice acuminado, largamente acuminado a caudado, cartáceos, epunteados, el haz

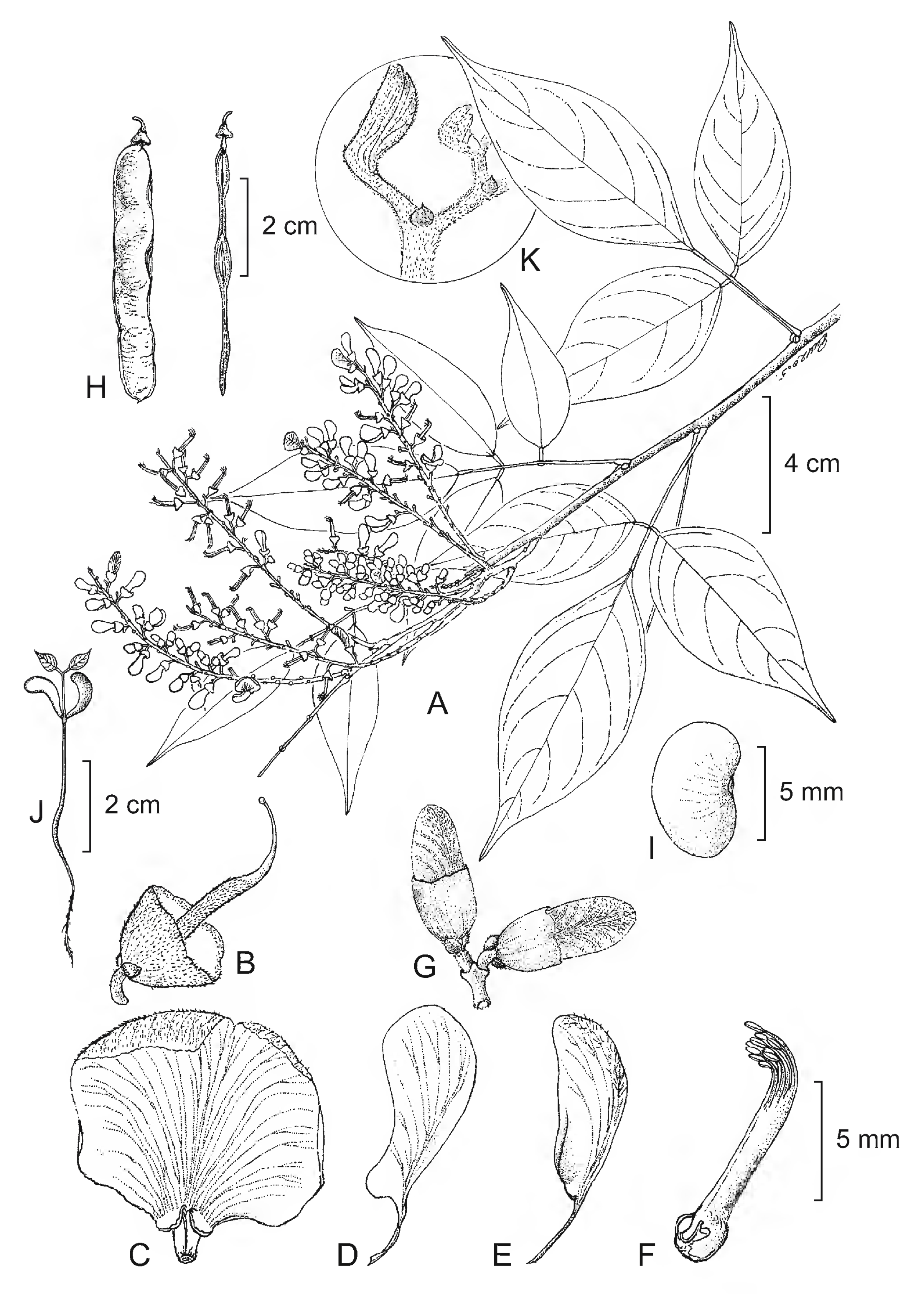


Fig. 9. *Lonchocarpus wendtii* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. cáliz y gineceo; C. cara abaxial del estandarte; D. ala; E. pétalo de la quilla; F. tubo estaminal; G. unidad biflora mostrando pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas y botones florales; H. frutos mostrando cara valvar y margen vexilar; I. semilla; J. plántula; K. yema mostrando estípula. Rama con inflorescencias, fruto y semilla tomados de *T. Wendt 2925* (MEXU); unidad biflora, flor y sus partes tomadas de *P. Tenorio et al. 5578* (MEXU); plántula y yema vegetativa tomados de *M. Sousa 13098* (MEXU).

algo brillante, glabro, el envés glabrescente, esparcidamente canescente piloso sobre la nervadura media a ligeramente pardo-amarillento seríceo sobre las nervaduras; nervadura primaria y secundarias algo realzadas en el envés, las laterales 6-9 pares. Inflorescencias 1.5-8 cm de largo, generalmente simples, axilares, a paniculáceas, erectas, congestifloras, cortamente pedunculadas, el pedúnculo 0.5-1 cm de largo, a casi sésiles; floración precoz, coetánea o en ocasiones tardía; pedúnculos florales (0.6-)1.5-2.5 mm de largo, robustos a delgados; pedicelos 1.5-3 mm de largo; bractéolas 1-3 mm de largo, ovadas, suborbiculares a anchamente oblongas, adpresas al cáliz, opuestas, caducas. Botones florales elipsoidales. Flores 9-12 mm de largo; cáliz 2.3-3.5 mm de largo, casi truncado, epunteado, pardo-amarillento seríceo sobre un fondo pardo a negruzco; corola de color lila, rosado-lavanda o morada, epunteada, esparcidamente canescente serícea a casi glabra, el estandarte sólo moderadamente, sobre todo en las nervaduras del lado adaxial, reflexo, cóncavo, la lámina (9-)11-11.5 mm de ancho, suborbicular a oblata, serícea sobre las nervaduras adaxialmente, en la base-centro biauricular y bicallosa con pelosidad canescente escasa prolongándose a la uña abaxialmente; ovario 7-10-ovulado. Legumbre 4.5-7.5 cm de largo, 0.8-1 cm de ancho, linear-oblonga, indehiscente, membranácea, glabra, pardo-amarillenta, ligeramente atenuada en la base, casi sésil, redondeada a rostrada en el ápice, lateralmente comprimida, las valvas abombadas a la altura de las semillas, el margen vexilar con muescas a la altura de las semillas, ligeramente ensanchado o sin ensanchar, hasta 3 mm de grosor, 3-nervado, el margen carinal angostamente aquillado; semillas (1-)3-7, 7.6-10 mm de largo, 4.8-5 mm de ancho, pardo-amarillentas. Plántulas con los cotiledones epígeos; eófilos opuestos, simples.

Distribución, hábitat y fenología: Especie sólo conocida de la Planicie Costera del Golfo de México de Veracruz a Guatemala, en climas cálido-húmedos. Habita en selvas medianas a altas subperennifolias a perennifolias con *Brosimun alicastrum*, *Dialium*, *Bernoullia*, *Ficus* y *Robinsonella*, en los estratos arbóreos medio a superior; sobre suelos calizos de color café claro amarillo y rojo lateríticos. En altitudes bajas 70-180 m. La floración es de inicios de diciembre a mediados de abril; la fructificación se presenta de finales de abril a inicios de mayo.

Etimología. Se dedica esta especie al botánico dendrólogo norteamericano Thomas Leighton Wendt (1950-), quien trabajó en el Colegio de Postgraduados en México sobre los árboles tropicales de las selvas húmedas de México; tema que ha continuado, colectando particularmente las especies del dosel de la selva, lo que ha redituado en numerosos hallazgos nuevos para la ciencia.

Material adicional examinado: MÉXICO: **Veracruz**: cerca del camino a Plan de Arroyos-Álvaro Obregón, municipio Hidalgotitlán, 17°15' N, 94°40' O, *J. Dorantes et al. 2900* (BM, ENCB, MEXU, MO); Campamento Hermanos Cedillo a 4 km S, en el camino a Arroyo Seco, municipio Hidalgotitlán, *B. Ortiz y Martiniano 22* (ENCB, MEXU); Río Soloxochil al SO del Campamento Hermanos Cedillo, municipio Hidalgotitlán, *F. Ponce C. 255* (F, MEXU, XAL); a 7 km del Campamento Hermanos Cedillo, hacia el SO Río Alegre, municipio Hidalgotitlán 17°15'30" N, 94°41'30" O, *P. E. Valdivia PV-20* (MEXU); 8 km al S de Hermanos Cedillo, rumbo a Río Alegre, *M. Vázquez et al. v-126* (MEXU); Río Soloxochil, entre Hermanos Cedillo y La Escuadra, municipio Hidalgotitlán, *M. Vázquez et al. 363* (MEXU, MO); 2 km al N del Poblado 2, municipio Jesús Carranza, *T. Wendt y G. Schatz 4398* (CHAPA, MEXU), *Wendt y Hernández 5284* (CHAPA, MEXU).

Oaxaca: DISTRITO TUXTEPEC: lado E de Isla Isabel María, Presa Temazcal, municipio San Miguel Soyaltepec, *L. Cortés et al. 822* (MEXU); Isla Isabel María, orilla E, en la presa Miguel Alemán, al O de Temazcal, municipio San Miguel Soyaltepec, *M. Sousa S. et al. 13098* (MEXU).

Tabasco: El Azufre, 16 km al E de Teapa, municipio Teapa, 17°35' N, 92°50' O, *P. Tenorio L. et al. 5598* (MEXU).

GUATEMALA: **Petén**: Los Arcos, bordering Río San Pedro, E of km 165 on Cárdenas Road, *E. Contreras 9390* (F, LL, MEXU, MO, NY).

Chiquimula: sin localidad, *S. Watson 54* (GH).

Especie muy característica por sus hojas con folíolos glabros y de ápices con frecuencia largamente acuminados a caudados y su hábitat en los estratos medios a altos de selvas medianas subperennifolias a altas perennifolias.

Lonchocarpus wendtii pertenece a un grupo de especies relacionadas, *L. yucatanensis* y *L. plicatus*, las que cuentan con frutos pequeños, ((2-)3-4.5 cm de largo), y angostos (0.7-1.1 cm de ancho), linear-oblongos y con los márgenes rectos. Este grupo es endémico de la Planicie Costera del Golfo de México, en donde sus especies muestran una distribución alopátrica.

Clave de las especies mexicanas y mesoamericanas de
Lonchocarpus sect. *Lonchocarpus*

1 Bractéolas cubriendo a la base del cáliz en un 1/4 o más de ella, no patentes.
  2 Legumbres con el margen vexilar aquillado (complejo *L. cruentus*).
    3 Flores 10.5-12 mm de largo .... *L. cruentus* Lundell

3 Flores 13.5-16 mm de largo.

4 Folíolos frecuentemente los proximales, tienden a ser alternos sobre el raquis foliar; estípulas ca. 2 mm de largo; hojas 11-13(-17)-folioladas; flores esparcidas; lámina del estandarte ca. 1.3 mm de ancho; legumbres densamente pelosas .... *L. alternifoliolatus* M. Sousa

4 Folíolos generalmente opuestos sobre el raquis foliar; estipulas 3-4 mm de largo; hojas (13-)15-19(-21)-folioladas; flores densamente agrupadas; lámina del estandarte 17-18 mm de ancho; legumbres moderada a esparcidamente pelosas a glabrescentes .... *L. septentrionalis* M. Sousa

2 Legumbres sin margen vexilar aquillado.

5 Pelosidad vegetativa densamente ferrugínea; pedicelos 4-6.5 mm de largo; legumbres con el margen vexilar con 2-crestas laterales aliformes .... *L. latimarginatus* M. Sousa

5 Pelosidad vegetativa moderadamente pardo-amarillenta, pronto glabrescente; pedicelos 1-3.5 mm de largo; legumbres con el margen vexilar sin crestas aliformes.

6 Inflorescencias pedunculadas; bractéolas 1.2-2 mm de largo; legumbres leñosas, fuertemente abombadas, con particiones lomentáceas, el margen vexilar 7-9(-14) mm de grueso, con 3 crestas leñosas, las laterales frecuentemente abombadas, la central más aguda y con dos fisuras entre ellas a todo lo largo .... *L. palmeri* Rose

6 Inflorescencias sésiles a casi sésiles; bractéolas 2-5 mm de largo; legumbres membranáceas a cartáceas, aplanadas, sin particiones lomentáceas, el margen vexilar 2-3 mm de grueso, con nervaduras a todo lo largo y sin fisuras .... *L. salvadorensis* Pittier

1 Bractéolas cubriendo la base del cáliz en menos de 1/4 de ella, en ocasiones distalmente patentes.

7 Hojas subsésiles, el pecíolo generalmente sólo representado por un pulvínulo, en ocasiones el pecíolo hasta 8 mm de largo .... *L. subsessilifolius* M. Sousa

7 Hojas con el pecíolo bien desarrollado.

8 Hojas mayoritariamente 3-5-folioladas, en ocasiones 7-folioladas, pero no más, en *L.chiangii* y *L. oliganthus* tan frecuentemente 5 como 7-folioladas.

9 Folíolos obtusos a cortamente acuminados.

10 Corteza interior con abundante fluido resinoso rojizo al corte; frutos coriáceos, 1.5-2 cm de ancho; bractéolas 1-1.2(-2) mm de largo; flores 10-11 mm de largo .... *L. hondurensis* Benth.

10 Corteza interior sin aparente fluido resinoso al corte; frutos membranáceos a cartáceos, 0.7-0.9 cm de ancho; bractéolas 0.7-0.8 mm de largo; flores 8-9(-10) mm de largo .... *L. yucatanensis* Pittier

9 Folíolos acuminados, largamente acuminados a caudados.

11 Frutos (desconocidos en *L. pedunculatus*) 1.3-2.5 cm de ancho.

12 Folíolos hasta 9.5 cm de largo y hasta 5.5 cm de ancho.

13 Flores 14-15 mm de largo; lámina del estandarte 13-14 mm de ancho, oblata; ovario 9-10-ovulado .... *L. michoacanicus* M. Sousa

13 Flores 5.7-9 mm de largo; lámina del estandarte 6-9 mm de ancho, oblonga a suborbicular; ovario 5-6-ovulado.

14 Árboles (4-)6-10(-15) m de alto; foliolos con nervaduras laterales de 4-8 pares; inflorescencias hasta 12 cm de largo, péndulas; pedúnculos florales 0.8-1.5 mm de largo; lámina del estandarte 6-6.5 mm de ancho .... *L. chiangii* M. Sousa

14 Arbustos a arbolitos ca. 3 m de alto; foliolos con nervaduras laterales de 8-14 pares; inflorescencias hasta 4 cm de largo, erectas, pedúnculos florales 2-2.5 mm de largo; lámina del estandarte ca. 9 mm de ancho .... *L. pedunculatus* M. Sousa

12 Folíolos hasta 11.5-17 cm de largo y hasta 7-8.5 cm de ancho.

15 Ramas jóvenes densamente ferrugíneo tomentosas, posteriormente en forma moderada; inflorescencias subsésiles; flores congestas .... *L. lineatus* Pittier

15 Ramas jóvenes moderadamente canescente seríceas, posteriormente glabras; inflorescencias pedunculadas, el pedúnculo 1.5- 3 cm de largo; flores espaciadas .... *L. oliganthus* F. J. Hermann

11 Frutos (desconocidos en *L. pedunculatus*) 0.7-1.1 cm de ancho.

16 Inflorescencias casi sésiles; árboles hasta 35 m de alto; flores 9-12 mm de largo .... *L. wendtii* M. Sousa

16 Inflorescencias pedunculadas; arbustos a arbolitos hasta 6 m de alto; flores 7.5-9 mm de largo.

17 Hojas 3-folioladas, los márgenes foliolares ondulados; nervaduras laterales 7-8 pares; inflorescencias 4-8.6 cm de largo, flores esparcidas; pedúnculos florales 0.8-2.1 mm de largo, robustos .... *L. plicatus* M. Sousa

17 Hojas 7-folioladas, los márgenes foliolares aplanados; nervaduras laterales 8-14 pares; inflorescencias 2-4 cm de largo, flores densamente agrupadas; pedúnculos florales 2-2.5 mm de largo, delgados ..... *L. pedunculatus* M. Sousa

8 Hojas mayoritariamente con 7 o más folíolos, rara vez con menos.

18 Bractéolas 0.8-1 mm de largo, oblongas a lanceoladas, cáliz cortamente dentado; frutos 0.9-1.4 cm de ancho, membranáceos, tomentulosos a velutinos .... *L. isthmensis* M. Sousa

18 Bractéolas 1.2-1.8 mm de largo, suborbiculares a oblatas; cáliz truncado; frutos (1.5-)1.7-2.1(-2.5) cm de ancho, cartáceos, coriáceos a subleñosos, seríceos a glabrescentes.

19 Bractéolas algo reflexas, adpresas al cáliz en su base, patentes y aquilladas en su ápice; legumbres con el margen vexilar (3-)4.5-5.5 mm de grueso .... *L. macrophyllus* Kunth

19 Bractéolas adpresas en toda su longitud; legumbres con el margen vexilar 2-3.3 mm de grueso.

20 Folíolos elípticos a angostamente elípticos, la base largamente cuneada, el ápice acuminado a largamente acuminado; ovario 9-10-ovulado; legumbres 2-2.1 cm de ancho, las valvas con nervaduras escasas e imperceptibles .... *L. brenesii* M. Sousa subsp. *brenesii*

20 Folíolos elípticos a anchamente elípticos, la base brevemente cuneada, el ápice cortamente acuminado a obtuso; ovario 6-9-ovulado; legumbres 1.5-1.8 cm de ancho, las valvas con las nervaduras numerosas y realzadas .... *L. brenesii* M. Sousa subsp. *vulcanicola* M. Sousa

AGRADECIMIENTOS

A Fernando Chiang C. por su asesoría en un problema nomenclatural y por la traducción de las diagnosis al latín con la contribución de Omar González Zorzano en el latín. A Gloria Andrade M. por su continuo apoyo en la organización del texto

y de la información. A Alejandra Zaldívar por la incorporación de las descripciones para la Flora Mesoamericana. A Ramiro Cruz por sus magníficas ilustraciones botánicas. Por facilitar, en visitas o préstamos, el material de estudio, a los curadores de los siguientes herbarios: BM, CHAPA, CR, DS, EAP, ENCB, F, GH, IBUG, IEB, IJ, INEGI, LL, MEXU, MICH, MO, NY, US, XAL quienes hicieron posible su consulta.

LITERATURA CITADA

Sousa S., M. 2005. Las especies del género *Lonchocarpus* (Leguminosae, Papilionoideae: Millettieae) para Bolivia. Novon 15: 590-598.

Sousa S., M. 2009. *Standleyi* una nueva sección del género *Lonchocarpus* (Leguminosae), nuevas especies y subespecies para Mesoamérica y Sudamérica. Acta Bot. Mex. 86: 39-69.

Sousa S., M. 2010. Revisión del complejo de *Lonchocarpus cruentus* (Leguminosae: Papilionoideae: Millettieae) con la descripción de cinco especies nuevas. Brittonia (en prensa).

Recibido en enero de 2010.

Aceptado en agosto de 2010.



Acta Botanica Mexicana 94: 61-89 (2011)

CONTRIBUCIÓN DEL ESTADO DE ZACATECAS (MÉXICO) A LA CONSERVACIÓN DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

José de Jesús Balleza[1] y José Luis Villaseñor[2]

[1]Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Agronomía, km 15.5 carretera Zacatecas-Guadalajara, 98171 Zacatecas, Zacatecas, México.
ballezac@yahoo.com
[2]Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Departamento de Botánica; Apdo. postal 70-367, 04510 México, D.F., México.
vrios@ibiologia.unam.mx

RESUMEN

El Desierto Chihuahuense (DCH) es la zona árida más extensa y más rica florísticamente de las regiones secas del norte de México. El DCH forma parte de los territorios de siete estados del país, incluyendo Zacatecas que junto con San Luis Potosí representan su extremo sur. Zacatecas contiene alrededor de 46% de la flora vascular del DCH y la familia Asteraceae es un miembro importante de esta riqueza, tanto a nivel de todo el DCH como en su fracción en la entidad. Desafortunadamente, no se ha reconocido el valor del mencionado estado en las estrategias de conservación de la biodiversidad propuestas hasta ahora para la protección de la flora del DCH. En este trabajo se hace una selección de sitios considerados importantes para la conservación de la riqueza florística del DCH en Zacatecas, utilizando 198 especies de Asteraceae como variable substituta de la diversidad vegetal total y una división de la porción del DCH en el estado en 26 cuadros de 30 minutos de latitud y longitud. La selección de sitios se realizó mediante la aplicación de un método iterativo que indicó la existencia de 18 cuadros que son importantes para la protección de 100% de las especies de esta familia. Se discute la ubicación de los cuadros más importantes identificados con este procedimiento así como la importancia de Zacatecas para la conservación de la biodiversidad del DCH.

Palabras clave: Asteraceae, conservación, Desierto Chihuahuense, riqueza florística, Zacatecas.

ABSTRACT

The Chihuahuan Desert (DCH) is the largest and floristically richest arid zone in northern Mexico. The DCH includes territories of seven Mexican states, including Zacatecas and San Luis Potosí where its southern limit is located. Zacatecas harbors 46% of the vascular flora recorded in the DCH and the Asteraceae family is an important component of such richness, both throughout the DCH as a whole and within its Zacatecan portion. Unfortunately, Zacatecas has not been adequately considered in the different conservation strategies proposed to protect the floristic richness of the DCH. In this paper we describe a selection of sites in Zacatecas that are important for the conservation of floristic richness, using 198 species of Asteraceae as a surrogate of the entire flora and dividing the fraction of the DCH in the state into 26 squares of 30 minutes latitude and longitude. The sites were identified by means of an iterative method, the results of which indicate the necessity of protecting 18 squares to ensure the conservation of the totality of species. The location of the most important squares identified, as well as the role that Zacatecas may potentially play in the conservation of the biodiversity of the DCH are discussed.

Key words: Asteraceae, Chihuahuan Desert, conservation, floristic richness, Zacatecas.

INTRODUCCIÓN

El Desierto Chihuahuense (DCH) es la zona árida y semiárida más extensa del norte de México. El nombre de este desierto se remonta a 1843, cuando R. B. Hinde habló vagamente de una “Región Chihuahuense” (Morafka, 1977); sin embargo, se empezó a denominar propiamente DCH a partir de la década de 1940, habiendo utilizando este término Shreve (1942) y Dice (1943, citado por Morafka, 1977), entre otros. Se han hecho diferentes propuestas para delimitar su superficie (Shreve, 1942; Contreras, 1955; Johnston, 1974; Morafka, 1977; Schmidt, 1979; Medellín-Leal, 1982; Anónimo, 2004; Anónimo, 2008). De acuerdo con la propuesta de Johnston (1974), el DCH tiene una superficie de alrededor de 505,000 km^2, en la República Mexicana ocupa parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, y se extiende hacia Texas y Nuevo México en los Estados Unidos de América. En la propuesta del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (Anónimo, 2008) se con-

sidera que el DCH en México incluye una superficie de aproximadamente 324,978 km^2 distribuida en siete entidades federativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estados de la República Mexicana que incluyen en su territorio a porciones del Desierto Chihuahuense y la diversidad de la flora vascular correspondiente. Se indica la superficie total del estado (ST) y la superficie del estado (SDCH) que forma parte del Desierto Chihuahuense (Anónimo, 2008). Los datos de riqueza total de especies de plantas vasculares y de Asteraceae se refieren exclusivamente a la parte del DCH en el estado (Villaseñor, datos no publicados).

	ST (km^2)	SDCH (km^2)	Especies en total	Especies de Asteraceae
Chihuahua	247,455	103,686	2248	381
Coahuila	151,563	110,973	2417	405
Durango	123,451	27,820	1930	361
Nuevo León	64,220	15,355	2103	345
San Luis Potosí	60,983	33,892	2008	349
Tamaulipas	80,175	3,291	1795	293
Zacatecas	75,539	29,961	1672	348
Total	803,386	324,978	3900	682

Se han sugerido diferentes subdivisiones del DCH (Morafka, 1977; Hernández y Bárcenas, 1996; Anónimo, 2004). La porción sur del DCH (Región del Salado sensu Morafka, 1977; Meseta Central sensu Anónimo, 2004) incluye principalmente a los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, que en conjunto suma aproximadamente 63,853 km^2 (19.6% de la porción mexicana del DCH, Cuadro 1). Algunos autores consideran que esta región no forma propiamente parte del DCH. Por ejemplo, Schmidt (1979) propuso excluirla del verdadero DCH porque difiere en su índice de aridez (Van Devender, inédito), mientras que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Anónimo, 1999) la consideró una ecorregión diferente del DCH con base en sus comunidades vegetales y características topográficas y climáticas, denominándola Desierto del Norte de la Meseta Central. Sin embargo, Morafka (1977) encontró elementos para incluirla como parte del DCH, con base en patrones de distribución geográfica de la herpetofauna. Medellín-Leal (1982) también consideró a esta región como parte del DCH, tomando en cuenta aspectos como la distribución geográfica de algunas especies de plantas y animales, tipos de suelo, así como datos climáticos y topográficos;

además, este autor propuso extender al DCH hasta las zonas áridas y semiáridas de Hidalgo y Querétaro.

El DCH destaca como la zona árida y semiárida del norte de México con mayor riqueza florística. Henrickson y Johnston (inédito) citan 3382 especies de plantas vasculares en esta región; esta cifra es superior a las 2634 especies reportadas para el Desierto Sonorense, que incluye al desierto cálido de Sonora y la península de Baja California (Wiggins, 1964), a las 2086 especies registradas en el Desierto de Baja California, o a las 1400 especies registradas en la zona árida y semiárida de la Planicie del Sur de Texas (Anónimo, 2008; Villaseñor, datos no publicados); esta última ecorregión corresponde casi en su totalidad a la provincia florística de la Planicie Costera del Noreste propuesta por Rzedowski (1978). Además, el DCH sobresale como el sitio con mayor diversidad de especies de la familia Cactaceae del mundo (Hernández et al., 2004).

El DCH está considerado también como un centro importante de evolución de la flora de México debido a su alto número de taxones endémicos (Rzedowski, 1978). Autores como Johnston (1974) y Rzedowski (1978) han señalado que la región contiene alrededor de 1000 especies y 16 géneros de plantas vasculares endémicas de su territorio. Muchas de estas especies son de amplia distribución en el DCH (Fig. 1), como *Acacia glandulifera* S. Watson, *Coryphantha poselgeriana* (A. Dietr.) Britton & Rose, *Gaillardia comosa* A. Gray, *Nicolletia edwardsii* A. Gray, *Sartwellia puberula* Rydb. o *Sericodes greggii* A. Gray. Sin embargo, otras están asociadas a condiciones edáficas particulares y muestran una distribución geográfica restringida, como por ejemplo *Argemone turnerae* A.M. Powell, *Gaillardia powellii* B.L. Turner, *G. gypsophila* B.L. Turner, *Isocoma gypsophila* B.L. Turner, *Meiomeria stellata* (S. Watson) Standl., *Sartwellia mexicana* A. Gray, *Strotheria gypsophila* B.L. Turner, *Thelesperma scabridulum* S.F. Blake o *Varilla mexicana* A. Gray, entre otras (Powell y Turner, 1974). La flora del DCH también destaca por presentar la variedad más amplia de formas de vida que exhibe la flora de México (Rzedowski, 1991).

El DCH ocupa la mayor parte de la Altiplanicie Mexicana, la provincia florística más extensa de la Región Xerofítica Mexicana (Rzedowski, 1978). De acuerdo con Rzedowski (1991), la flora fanerogámica de la Región Xerofítica Mexicana está representada por alrededor de 6000 especies (27% de la flora total, estimada en 22,000 especies por el autor). Datos más recientes, derivados de una intensa revisión bibliográfica, han permitido documentar la presencia de 6476 especies asociadas a los matorrales xerófilos (Villaseñor, datos no publicados). Con base en esta información, la flora vascular nativa de los matorrales xerófilos ubicados en esta provincia

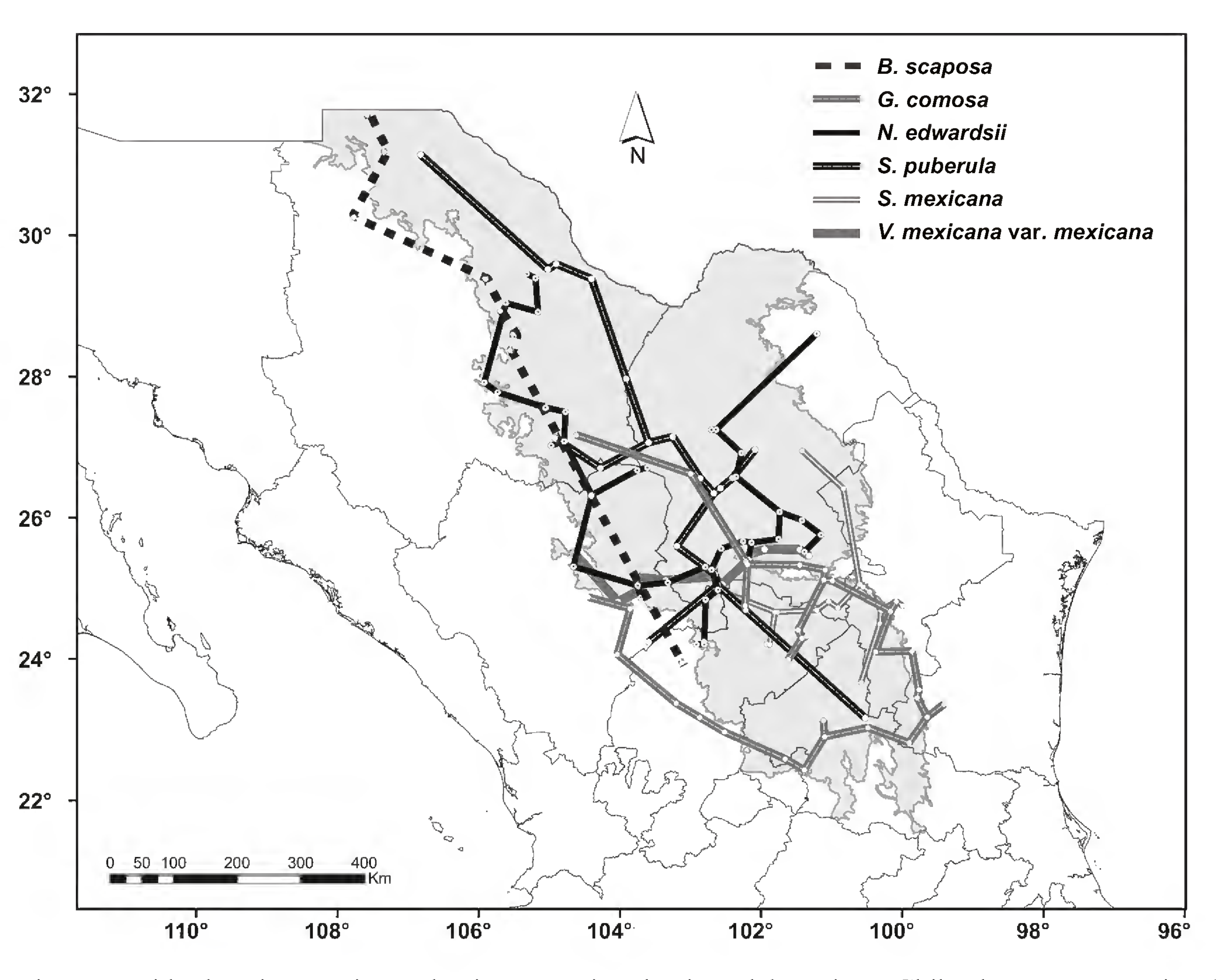


Fig. 1. Distribución conocida de seis especies endémicas o casi endémicas del Desierto Chihuahuense en México (áreas grises): *Bartlettia scaposa*, *Gaillardia comosa*, *Nicolletia edwardsii*, *Sartwellia mexicana*, *Sartwellia puberula* y *Varilla mexicana* var. *mexicana*. Los sitios de recolecta (puntos) están unidos mediante una red de tendido mínimo para mostrar el trazo biogeográfico de la especie.

florística del centro y norte de México, se estima en unas 4390 especies, repartidas en 1161 géneros y 170 familias.

El DCH está comprendido en tres de las 19 provincias bióticas definidas por Ferrusquía-Villafranca (1990) con base en rasgos morfotectónicos. Su parte norte está incluida en las provincias Chihuahuense y Coahuilense y la sur en la Altiplanense. La primera está ubicada principalmente, como su nombre lo indica, en el estado de Chihuahua, aunque incluye también el extremo de Durango; la Coahuilense se ubica preponderantemente en territorio del estado de Coahuila, pero también abarca parte de los de Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas. Finalmente la provincia Altiplanense comprende parte de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas así como Zacatecas y es la que más discrepa en sus límites geográficos con las diferentes propuestas de delimitación del DCH, pues a veces se incluyen o se excluyen parte de algunos de los estados que limitan este territorio al sur (Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco y Querétaro).

Una evaluación preliminar de la riqueza florística de los matorrales xerófilos, adoptando la circunscripción de las tres provincias bióticas de Ferrusquía-Villafranca (1990), revela la existencia de 3900 especies (Villaseñor, datos no publicados). La provincia Altiplanense registra la mayor diversidad (3100 especies), seguida por la Coahuilense (2621) y la Chihuahuense (1687). De este número, 709 especies han sido reconocidas hasta la fecha como estrictamente endémicas de estas tres provincias (16.3% del total). La parte sur del DCH (equivalente a la mayor parte de la provincia biótica Altiplanense), incluye principalmente los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. Esta región es la más rica florísticamente de todo el DCH, pues de ahí se han registrado hasta la fecha 2610 de las 3100 especies de plantas vasculares conocidas en toda la provincia biótica. La distribución de esta diversidad entre las entidades federativas que incluyen en su territorio parte del DCH se muestra en el Cuadro 1.

La familia Asteraceae se ubica entre las más ricas en la flora de las zonas áridas y semiáridas de México (Rzedowski, 1972; Villaseñor, 1993) y es la de mayor número de especies en la flora vascular del DCH. En el Cuadro 1 se indica el número de especies de Asteraceae que constituyen parte de la flora total conocida en los estados que contienen en su territorio político parte del DCH.

El mayor porcentaje del territorio nacional decretado como área natural protegida (ANP) corresponde a la zona ecológica árida y semiárida (Toledo y Ordóñez, 1998). Sin embargo, ninguna superficie de la porción sur del DCH está incluida en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). En la actualidad solamente 9123.3 km^2 del DCH (2.8% de la parte mexicana del DCH) han sido incorpo-

rados al SINAP (Anónimo, 2009): el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, en Chihuahua (2772.1 km^2), las Áreas de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen (2083.8 km^2) y Cuatro Ciénegas (843.5 km^2) en Coahuila, y la Reserva de la Biosfera Mapimí, en Durango (3423.9 km^2). Se han propuesto siete áreas prioritarias para la conservación de las especies de Cactaceae amenazadas en el DCH (Hernández y Bárcenas, 1996), dos de ellas localizadas en la porción sur del DCH (El Huizache, San Luis Potosí, y Jaumave, Tamaulipas), y de entre 125 áreas terrestres de alta prioridad para conservar la biodiversidad del DCH (Anónimo, 2004), cinco se localizan en San Luis Potosí y sólo una en Zacatecas. A nivel estatal, la red de Áreas Naturales Protegidas de esta última entidad federal está integrada en la actualidad por el Parque Nacional Sierra de Órganos (municipio de Sombrerete), el Parque Estatal La Quemada (Villanueva) y la Zona de Preservación Ecológica El Cedral (Ciudad Cuauhtémoc); todas se localizan en la zona de transición entre el DCH y el Piedemonte de la Sierra Madre Occidental y únicamente la primera cuenta con un listado florístico publicado (Enríquez et al., 2003).

Hay evidencias de que el territorio de Zacatecas debería jugar un papel más relevante en la conservación de la diversidad vegetal del DCH. Evaluaciones preliminares sugieren que la porción del DCH correspondiente a este estado presenta una riqueza florística particularmente grande (Cuadro 1) y diferente de la observada en San Luis Potosí. La flora de DCH en Zacatecas está compartida en mayor medida con Durango. Estos antecedentes también destacan la importancia de Zacatecas en la conservación de la diversidad total de plantas vasculares; por ejemplo, Zacatecas ocupa el último lugar por el número total de especies del DCH (Cuadro 1); sin embargo, cuando se evalúan regiones particulares a lo largo del DCH, las zonas que se revelan con la mayor riqueza conocida en la actualidad son las que se ubican alrededor de las capitales de los estados de Coahuila y Zacatecas. Esto seguramente se debe al mayor esfuerzo que se ha hecho para documentar su flora en los últimos años y las facilidades de exploración por la cercanía a centros de investigación.

El objetivo de este trabajo es determinar áreas que destaquen por su riqueza florística como posibles sitios para la conservación de la biodiversidad de la porción zacatecana del DCH, usando la familia Asteraceae como grupo indicador. Se eligió a tal estado porque dispone de un recuento reciente de las Asteraceae que crecen en su territorio (Balleza y Villaseñor, 2002). Además, una regionalización biogeográfica basada en los patrones de distribución de sus especies (Balleza et al., 2005) permitió identificar una región bien definida que corresponde a su zona árida y semiárida que concuerda en gran medida con los límites del DCH reconocidos en el presente trabajo. La familia Asteraceae ha sido un grupo modelo para estimar la

riqueza florística de México (Rzedowski, 1991; Villaseñor et al., 2007) y para detectar áreas importantes para la conservación de la flora mexicana (Villaseñor et al., 1998). Con esta información se espera proporcionar datos que conduzcan al fortalecimiento del sistema estatal de áreas naturales protegidas de Zacatecas y contribuir a la conservación de la diversidad florística de la porción sur del DCH.

EL DESIERTO CHIHUAHUENSE EN EL ESTADO DE ZACATECAS

Con base en los límites del DCH propuestos por el INEGI (Anónimo, 2008), su porción zacatecana colinda al norte con Coahuila, al oeste y al sur con la ecorregión Piedemonte de la Sierra Madre Occidental y al este con San Luis Potosí. La región se caracteriza por ubicarse a mayor altitud sobre el nivel del mar, así como por registrar una precipitación mayor y una variación estacional de temperatura menor que el resto del DCH (Morafka, 1977). El área de estudio cubre una superficie de aproximadamente 29,961 km^2 (42% del territorio de Zacatecas y 9% de la parte mexicana del DCH); se ubica entre la latitud 22°20'-25°09' N y la longitud 100°47'-103°00' O. Los matorrales xerófilos característicos de la región son el desértico micrófilo, el desértico rosetófilo y el crasicaule (Rzedowski, 1957).

La parte suroeste de la región de estudio es en promedio la de mayor altitud, pues las porciones planas alcanzan más de 2000 m s.n.m., mientras que hacia el norte las llanuras están situadas entre 1600 y 1900 m s.n.m. Las serranías internas en general no llegan a grandes alturas: únicamente la Sierra del Astillero, en el norte del estado de Zacatecas, alcanza 3195 m s.n.m. La mayor extensión del DCH en Zacatecas forma parte de la región hidrológica de El Salado, que se caracteriza por la escasez de corrientes permanentes y por incluir en su territorio pequeñas cuencas endorreicas con lagunas intermitentes en sus partes más bajas. En el norte y el oeste, amplias superficies corresponden a la región Nazas-Aguanaval y en el extremo sur, una área pequeña del DCH se ubica en la región hidrológica Lerma-Santiago (Anónimo, 1981).

La zona de estudio está principalmente constituida por cuerpos de rocas metamórficas y sedimentarias marinas de edad Jurásica y Cretácica; las rocas volcánicas del Terciario dominan sólo al oeste, en las zonas aledañas a la Sierra Madre Occidental. La mayor parte de toda la región se encuentra cubierta por sedimentos continentales del Cuaternario (Anónimo, 1981).

El clima de la región se distingue por la escasez e irregularidad de la precipitación, por la coincidencia de la época de lluvia con la temporada caliente del año, por

la acentuada variación de la temperatura en escala diurna y por la evaporación muy intensa, debido a la fuerte luminosidad, baja presión y humedad atmosférica (Rzedowski, 1957). De acuerdo con García (1987) y la Síntesis Geográfica de Zacatecas (Anónimo, 1981), los climas de la región corresponden al grupo B (secos); el subtipo BS_0 (el más seco de los BS) predomina en la mayor parte de esta superficie; en orden de extensión prosigue el subtipo BS_1 (el menos secos de los BS) que se presenta en el norte y en la zona de transición entre el DCH y el Piedemonte de la Sierra Madre Occidental, y el tipo BW (muy seco o desértico) que se encuentra hacia el noroeste.

MATERIALES Y MÉTODO

La porción del DCH que corresponde a Zacatecas, con base en los limites propuestos por INEGI (Anónimo, 2008), se dividió en 26 cuadros de 30' de latitud por 30' de longitud, usando los paralelos y meridianos principales que cruzan el estado (Anónimo, 1981). En promedio, cada cuadro tiene una superficie de 2500 km^2 (Fig. 2). Las coordenadas geográficas de los sitios de recolección de los ejemplares de herbario que respaldan las especies incluidas en el Anexo se usaron para ubicarlas apropiadamente. Con estos datos se obtuvo el número total de especies de Asteraceae por cuadro (Cuadro 2).

La flora conocida de Zacatecas incluye 456 especies de Asteraceae (Balleza y Villaseñor, 2002). De esta cifra, 348 se han registrado como miembros de las zonas áridas y semiáridas de México, aunque no todas ellas han sido recolectadas en los matorrales xerófilos de Zacatecas. En este estudio solamente se utilizaron las plantas nativas que fehacientemente han sido recolectadas en la parte del estado que corresponde al DCH (sensu INEGI: Anónimo, 2008), cifra que asciende a 198 especies que se distribuyen en 92 géneros. Las registradas en un solo cuadro se definieron como raras o de distribución geográfica restringida, independientemente de ser endémicas de México o no. Asimismo, los cuadros donde se registraron las especies raras se definieron como sitios irreemplazables para futuros esfuerzos de conservación.

Para seleccionar y asignar prioridades a las áreas potenciales para la conservación de la biodiversidad, los métodos iterativos han sido de los utilizados más ampliamente (Kirkpatrick, 1983; Margules et al., 1988, 1994; Margules y Stein, 1989; Pressey y Nichols, 1989 a, b; Rebelo y Siegfried, 1992; Nichols y Margules, 1993; Pressey et al., 1994; Rebelo, 1994; Turpie, 1995; Ferrier et al., 2000; Margules y Pressey, 2000). Estos procedimientos permiten conservar el mayor número de atributos particulares con interés de conservación en una región determinada usando

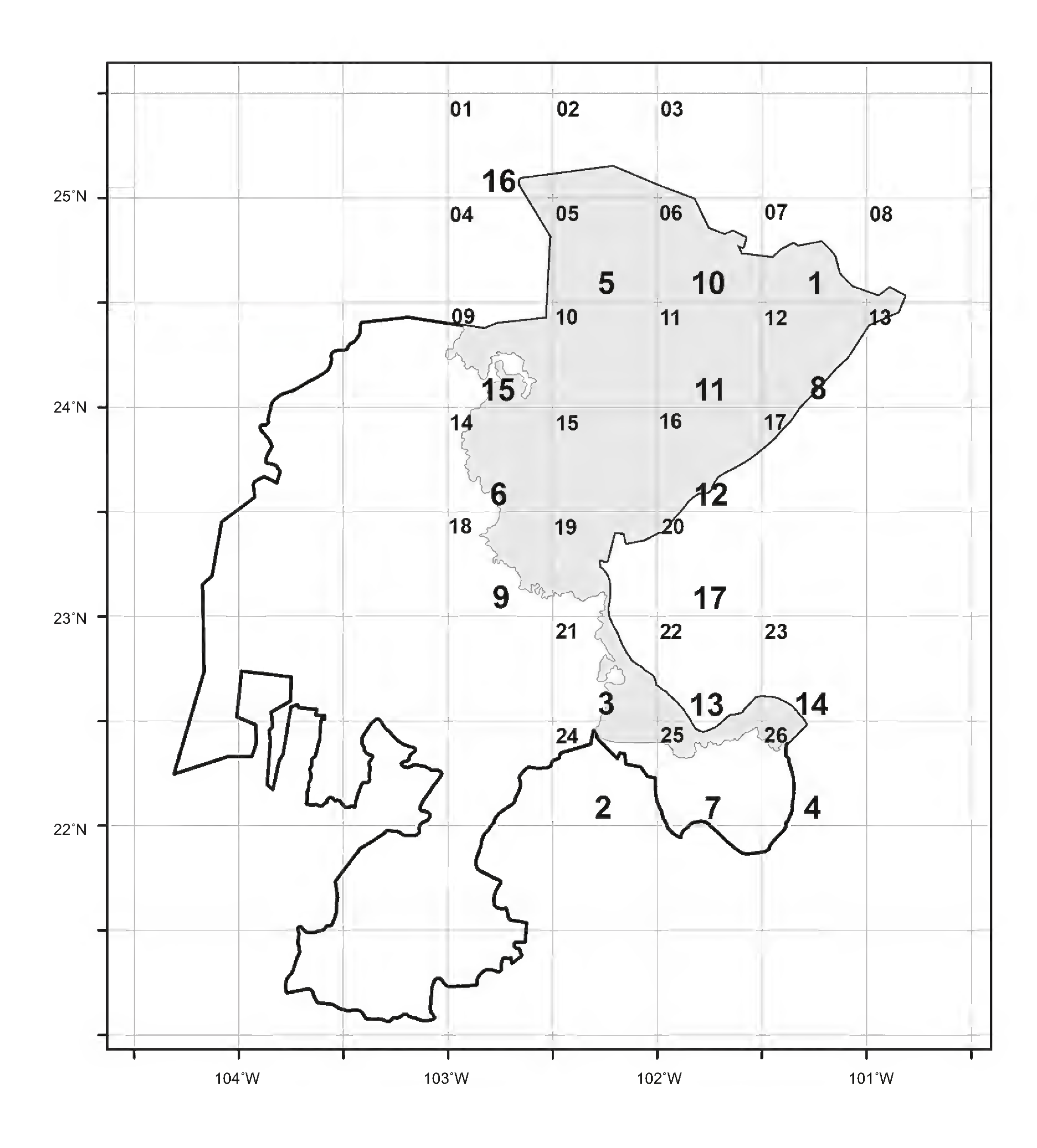


Fig. 2. División de la porción del Desierto Chihuahuense (DCH) en el estado de Zacatecas en cuadros de 30' de latitud y 30' de longitud y señalamiento de los cuadros prioritarios para la conservación de la biodiversidad. El número en la esquina superior izquierda es el del cuadro y ubicado en la parte inferior representa el orden de prioridad de conservación de los cuadros mínimos necesarios para la protección de 100% de las especies de Asteraceae en el estado.

Cuadro 2. Número de especies de Asteraceae registradas en los cuadros (Fig. 2) en que se dividió la porción de Zacatecas que corresponde al Desierto Chihuahuense (DCH). Se indica el número total de especies por cuadro, el número de especies endémicas de México, de endémicas del DCH y de restringidas (exclusivas al cuadro). Se excluyeron los cuadros que carecen de información.

Cuadro	Total	Endémicas	Endémicas del DCH	Restringidas
01	29	8	5	1
02	1	0	0	0
04	22	4	4	0
05	53	17	7	2
06	67	22	9	2
07	75	28	12	11
08	31	8	2	0
09	34	10	3	1
10	51	13	8	0
11	56	13	5	2
12	63	17	11	3
13	7	0	0	0
14	66	20	6	6
15	61	19	7	0
16	54	13	5	2
18	53	14	3	3
19	54	17	5	0
20	4	2	0	1
21	83	28	5	6
22	54	18	3	1
23	40	15	2	1
24	84	35	6	8
25	71	26	3	2
26	52	19	2	4
Total	198	84	31	47

la menor cantidad posible de unidades de protección (Villaseñor et al., 2003). Por otra parte, para evaluar la importancia de una determinada área en las estrategias de conservación, se han usado con frecuencia los criterios de la riqueza de especies y la

magnitud del endemismo (Margules y Usher, 1981; Kirkpatrick, 1983; MacKinnon et al., 1990; Groombridge, 1992; McNeely, 1995; Lira et al., 2002; Villaseñor et al., 2003).

Para determinar los cuadros prioritarios para la potencial conservación de las especies de Asteraceae del DCH en Zacatecas, usando métodos iterativos, se evaluaron en primera instancia los cuadros considerados irreemplazables por contener especies raras y se utilizó el algoritmo propuesto por Margules et al. (1988), con las modificaciones hechas por Villaseñor et al. (2003), que permite identificar de manera jerárquica los cuadros importantes con base en un valor de rareza o endemismo (Kerr, 1997). Este atributo tiene la ventaja de tomar en cuenta la riqueza total de cada entidad, pero asignando un valor diferencial de las especies con base en su frecuencia de aparición en el conjunto de cuadros. El valor de rareza (VR) se calculó con la formula:

$$VR=\sum_{i=1}^{S}\frac{1}{Q}$$

donde *s* es el número total de especies incluidas en el estudio y *Q* es la cantidad de cuadros ocupados por cada especie.

El procedimiento constó de los siguientes pasos: (1) se calculó el inverso de la frecuencia de presencia de cada especie; (2) se obtuvo el VR por cuadro a partir de la suma de los valores calculados en el inciso anterior; (3) se eligió el cuadro que tuvo el VR más grande y las especies presentes en él se eliminaron de las fases subsecuentes del análisis; al conjunto de especies remanente se le denominó el complemento; (4) nuevamente se definió el cuadro con el valor de rareza mayor, con base en las especies del complemento; (5) cuando dos o más cuadros tuvieron el mismo valor de rareza, se eligió el que tuvo la mayor riqueza de especies endémicas de México; (6) en los casos en que persistió la coincidencia, se escogió el cuadro más cercano a alguno de los seleccionados previamente; (7) el procedimiento terminó cuando se logró la inclusión de todas las especies (Villaseñor et al., 2003).

RESULTADOS

De los 26 cuadros en que fue dividido el DCH en Zacatecas (Fig. 2), solamente en dos (3 y 17) no se registraron especies de Asteraceae; seguramente tal carencia se debe a que son cuadros con muy poca (menos de 25%) superficie de terrenos bajo

estudio, la cual además carece de suficientes vías de comunicación, lo que hace difícil la exploración botánica en su territorio.

Para Zacatecas se han registrado 348 especies de Asteraceae como elementos de las zonas áridas y semiáridas de México (Cuadro 1). Sin embargo, solamente se han documentado hasta la fecha 198 para el territorio que corresponde al DCH; de esta cifra, 83 son especies endémicas de México. Por otra parte, 55 fueron definidas como raras (por registrarse únicamente en un solo cuadro), 22 de las cuales son restringidas en su distribución a México y nueve al DCH (siete de ellas también endémicas de México).

La riqueza de especies por cuadro varió de 1 (cuadro 2) a 84 (cuadro 24), con un promedio de 49.3. Los dos cuadros con mayor riqueza (21 y 24) se localizan en el sur del área de estudio, en la zona donde convergen las ecorregiones DCH y Piedemonte de la Sierra Madre Occidental (Anónimo, 2008), cerca de la ciudad de Zacatecas, capital del estado. Uno de ellos incluye en su territorio la Zona de Preservación Ecológica El Cedral, en el municipio de Ciudad Cuauhtémoc (cuadro 24).

El número de especies endémicas de México por cuadro varió de 2 (cuadro 20) a 35 (cuadro 24), con un promedio de 15.9 (Cuadro 2). Después del cuadro 24, los que registran la mayor cantidad de elementos endémicos son el 7 y 21 (cada uno con 28 especies) y el 25 (26 especies). Se observó una correlación estadística fuerte entre la riqueza total de especies y la de las endémicas por cuadro ($r = 0.953$; $P < 0.05$). Los cuadros ubicados en el norte del área de estudio albergaron un mayor número de especies endémicas del DCH. En este sentido destacaron los 7 y 12, cada uno con 13 elementos (Cuadro 2).

Tres plantas tuvieron la mayor frecuencia de presencia, al encontrarse en 22 de los 26 cuadros evaluados (*Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less., *Xanthisma spinulosum* (Pursh) D.R. Morgan & R.L. Hartm. y *Zinnia acerosa* (DC.) A. Gray). La especie endémica de México con área de distribución más amplia estuvo presente en 17 cuadros (*Sanvitalia angustifolia* Engelm. ex A. Gray) y la restringida al DCH con mayor frecuencia fue *Chaetopappa bellioides* (A. Gray) Shinners (10 cuadros). Varias de las especies consideradas como endémicas del DCH se conocen de partes de Zacatecas ubicadas fuera del límite de la ecorregión del DCH propuesta por INEGI (Anónimo, 2008; Fig. 1).

Las especies de Asteraceae registradas en la porción zacatecana del DCH son preponderantemente endémicas del territorio del país (83, 41.9%). Siguen en importancia las que se distribuyen de México hacia los Estados Unidos de América (70, 35.3%); otras 19 especies (9.5%) se reparten desde los Estados Unidos hasta Sudamérica. Un número relativamente bajo se distribuye de México a Centroamérica (14,

Cuadro 3. Prioridades de conservación de los cuadros de 30' de latitud y longitud en que se dividió al estado de Zacatecas. La jerarquía de selección está basada en el análisis iterativo de las especies de Asteraceae registradas en el Desierto Chihuahuense (DCH). El complemento es el conjunto de especies remanente después de haber seleccionado el cuadro.

Prioridad	Cuadro	Complemento	Acumulado(%)
1	07	123	75(37.9)
2	24	68	130(65.7)
3	21	55	143(72.2)
4	26	47	151(76.3)
5	05	36	162(81.8)
6	14	28	170(85.9)
7	25	23	175(88.4)
8	12	17	181(91.4)
9	18	13	185(93.4)
10	06	10	188(94.9)
11	11	8	190(96.0)
12	16	6	192(97.0)
13	22	5	193(97.5)
14	23	4	194(98.0)
15	09	3	195(98.5)
16	01	2	196(99.0)
17	20	1	197(99.5)
18	04	1	198(100.0)

7%) y otro mucho menor (dos especies) se conoce de México hasta Sudamérica. La distribución geográfica de otras tres se extiende al Viejo Mundo. A diferencia de éstas, los géneros mostraron un patrón diferente, pues de los 92 que incluyen las especies estudiadas, 31 se extienden hasta el Viejo Mundo (33.6%), aunque también un porcentaje alto corresponde a los de área restringida a México y Estados Unidos (25, 27.1%). Solamente cuatro de ellos son endémicos de México y los demás presentan una distribución preferentemente hacia la porción sur del continente americano (Villaseñor, datos no publicados).

Como se indicó previamente, 55 especies fueron definidas como raras por haber sido registradas únicamente en un cuadro. Éstas se registraron en 17 de los 26, los cuales en conjunto incluyeron 197 de las 198 especies registradas en el DCH.

Solamente *Flaveria trinervia* (Spreng.) C. Mohr no fue registrada en ninguno de estos 17 cuadros (conocida únicamente en el 4 y 19). Debido a que prácticamente toda la riqueza florística analizada estuvo incluida en 17 cuadros, el análisis iterativo únicamente se llevó a cabo con éstos, por considerarlos irreemplazables, añadiendo finalmente el 4, que de acuerdo con la metodología propuesta, se incluye para cubrir la potencial conservación de 100% de la flora evaluada.

El Cuadro 3 muestra los resultados del análisis iterativo. El cuadro 7 ocupó el primer lugar en la selección, lo que sugiere que su territorio debería ser considerado como prioritario para futuras estrategias de conservación de la diversidad florística del DCH en el estado. Otros cuadros importantes para este mismo propósito son los números 21, 24, 25 y 26, ubicados en el sur del área de estudio, los 5, 6 y 12 en el norte y 14 y 18 al oeste. El 5, identificado por el análisis iterativo en la quinta posición, incluye el Pico de Teyra, la única zona con alta prioridad para conservar la biodiversidad del DCH que ha sido identificada en el estado de Zacatecas (Anónimo, 2004). En conjunto, estos 10 cuadros contribuirían a proteger casi 95% de las especies de Asteraceae del DCH.

DISCUSIÓN

Puede afirmarse que las Asteraceae de la porción del DCH en Zacatecas están en general satisfactoriamente muestreadas. Los cuadros que carecen de datos o que contienen cifras bajas de especies, incluyen una parte muy pequeña del área de estudio, comparada con los que sí disponen de mejor información. Por otra parte, los cuadros donde se registran datos muestran cifras dispares; sin embargo, en la mayoría de ellos el número de especies es superior al promedio (ver Cuadro 2). Con esta información es posible ubicar con cierta confianza las áreas del estado que podrían contribuir potencialmente a la conservación de la diversidad florística del DCH, aceptando el papel relevante que Asteraceae representa en los estudios de biodiversidad en que ha sido utilizada como variable substituta de la diversidad florística de México (Rzedowski, 1991; Villaseñor et al., 2007).

El número de especies de Asteraceae registradas para la porción zacatecana del DCH equivale a 43% de las que se reportan para el estado. 150 especies adicionales de esta familia conocidas del estado han sido citadas como miembros del matorral xerófilo de otras partes de la República Mexicana. Algunas de éstas se reportan de la zona árida y semiárida de Zacatecas, pero fuera de los límites del DCH utilizados en este trabajo. Ejemplos de ellas son *Astranthium orthopodum* (B.L. Rob. & Fer-

nald) Larsen, *Bartlettia scaposa* A. Gray (Fig. 1), *Bidens schaffneri* (A. Gray) Sherff, *Brickellia coulteri* A. Gray o *Coreopsis macvaughii* D.J. Crawford, entre otras.

Varias especies endémicas del DCH también extienden su distribución geográfica a sitios no considerados dentro de los límites propuestos por INEGI (Anónimo, 2008). Tal es el caso de *Gaillardia comosa* A. Gray. Será necesario en un futuro revisar el contorno del DCH en Zacatecas, tomando en cuenta el área conocida de los organismos que de una u otra manera han sido utilizadas para definirlo. Por ejemplo, si *Gaillardia comosa* A. Gray es endémica del DCH, será necesario incluir los sitios fuera del polígono señalado por INEGI (Anónimo, 2008).

Los cuadros que poseen los mayores números de especies de Asteraceae (24 y 21) cubren una pequeña fracción del territorio del DCH. Fueron identificados por el análisis iterativo como segundo y tercer lugar en la jerarquía y destacan por varias razones. En primer lugar albergan la mayor riqueza conocida en la actualidad para el extremo sur del DCH; la flora de estos cuadros es una de las mejor conocidas del estado, porque su cercanía con la ciudad de Zacatecas ha facilitado su exploración botánica y en esta zona se ubica la ecotonía entre el DCH y otras ecorregiones, como el Piedemonte de la Sierra Madre Occidental y las porciones semiáridas del centro del país (Aguascalientes, Hidalgo, Jalisco y Querétaro). Especies características de la Sierra Madre Occidental, como *Baccharis thesioides* Kunth, *Cosmos parviflorus* (Jacq.) Pers., *Hieracium abscissum* Less., *Pseudognaphalium brachypterum* (DC.) Anderb., *Roldana heracleifolia* (Hemsl.) H. Rob. & Brettell o *Stevia lucida* Lag. var. *lucida*, conviven en esta región con plantas típicas del DCH, como *Bahia absinthifolia* Benth., *Flourensia cernua* DC., *Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less., *Parthenium incanum* Kunth, *Zaluzania triloba* (Ortega) Pers. o *Zinnia acerosa* (DC.) A. Gray. Es probable que tal combinación de especies sea resultado de las condiciones climáticas más húmedas y frescas que prevalecen en esta región. El cuadro que ocupa la tercera posición por riqueza de especies (7) y el adyacente (6) ubicado en la quinta posición, se localizan en la parte norte del área de estudio, en una región que se caracteriza por su topografía montañosa.

Los cuadros con más plantas endémicas de México son también los que tienen la mayor riqueza total. En este sentido destacan los 6, 7, 21 y 24 (ver Cuadro 2). Un patrón similar se ha observado a nivel nacional para las especies de Agavaceae (García-Mendoza, 1995) y Cucurbitaceae (Lira et al., 2002), pues sitios de alta diversidad de especies de esas familias son igualmente de elevada concentración de endemismo. Este patrón también se observa para los géneros de Asteraceae en la República Mexicana (Villaseñor et al., 1998) y para la flora del bosque tropical húmedo de México (Villaseñor et al., 2003). De acuerdo con Villaseñor et al. (2003), la aplicación prác-

tica de esta combinación de riqueza y endemismo por cuadro es importante, porque permite seleccionar de forma simultánea áreas ricas en ambos aspectos.

Las plantas de Asteraceae endémicas del DCH son más abundantes en los cuadros ubicados en el norte del área de estudio. Los de los números 6, 7 y 12 son los más ricos en especies con distribución geográfica restringida al DCH (Cuadro 2). La predominancia de endemismo en la parte norte del estado, probablemente esté asociada con los requerimientos edáficos específicos de algunos de estos taxones. Por ejemplo, *Sartwellia mexicana* A. Gray (Fig. 1) se desarrolla mejor en suelos yesosos, que en el estado de Zacatecas únicamente existen en este sector; sin embargo, *Varilla mexicana* A. Gray var. *mexicana*, adaptada a suelos salinos frecuentes en toda la zona árida y semiárida de Zacatecas, solamente ha sido registrada en el norte del estado (Johnston, 1974, Fig. 1). Es necesario considerar este patrón de rareza por factores edáficos en futuros esfuerzos de conservación de las especies exclusivas del DCH.

Las especies de Asteraceae cuyas áreas de distribución se extienden hacia los Estados Unidos representan un porcentaje mayor que aquellas que se distribuyen hacia Centro y Sudamérica. Estos datos no apoyan la ubicación del DCH como parte del Reino Neotropical como lo propone Rzedowski (1978). Más bien respaldan definiciones como la de Takhtajan (1986) o Morrone et al. (2002), que sitúan al DCH (o la zona árida y semiárida de la Altiplanicie Mexicana) como parte del Reino Holártico.

Los cuadros donde se registraron especies raras pueden contribuir a la conservación de la mayor cantidad de especies de Asteraceae, en el menor número posible de unidades de protección. En 17 de los 24 cuadros con información se localizan 99.5% de las especies de Asteraceae del DCH. Sin embargo, la superficie que se requiere para conservar tal diversidad florística es, de esta manera, muy extensa, por el tamaño de los cuadros usados en el análisis iterativo. Es necesario extender el análisis a escalas más finas para realmente identificar los mejores sitios dentro de los cuadros ya seleccionados. Por ejemplo, en un ejercicio preliminar, en el que se evaluó la riqueza de especies de los cuadros definidos como importantes en el norte del área de estudio (1, 5, 6 y 7), dividiéndolos en cuadros de 6' de latitud y 6' de longitud, se encontró que de los 100 así generados, solamente 64 incluyen parte de la porción zacatecana del DCH. De este número, 12 serían suficientes para incluir 100% de la riqueza de Asteraceae del norte del área de estudio (113 especies). Tal conjunto representa una extensión de alrededor de 1200 km^2 (120,000 hectáreas), superficie que resulta más manejable para fines prácticos que los 10,000 km^2 que suman los cuatro cuadros de 30' de latitud y longitud que los incluyen.

El estado de Zacatecas puede ayudar en la conservación de alrededor de 51% de las Asteraceae y de 46% de la flora vascular del DCH. La riqueza y el endemismo de la flora xerofítica de Zacatecas destacan de manera especial por el número de especies que encuentran su límite de distribución en el estado. En el norte y el noroeste de Zacatecas se ubica el límite meridional de la distribución de al menos 10% de las especies de Asteraceae endémicas del DCH. Finalmente, aunque Zacatecas alberga un número de especies menor que los otros estados que constituyen el DCH (Cuadro 1), su flora es significativamente distinta de la encontrada en San Luis Potosí. La particular riqueza de estos dos estados que delimitan la franja meridional del DCH, justificaría llevar a cabo estrategias de conservación en ambos, no únicamente haciendo énfasis en San Luis Potosí, como se ha discutido en la literatura relacionada con este tema (Anónimo, 2004; Hernández y Bárcenas, 1996).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral del primer autor y su realización fue posible gracias al apoyo económico que para el estudio de la biogeografía y conservación de las Asteraceae en el estado de Zacatecas fue otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (28575N). Agradecemos a Enrique Ortiz del instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) su asesoría en el manejo de la cartografía digital, en el uso del sistema de información geográfica así como en la elaboración de la fig. 2 y a Rosario Redonda-Martínez, de la misma institución, su asistencia técnica para la elaboración del los trazos biogeográficos de varias especies endémicas del Desierto Chihuahuense y la elaboración de la fig. 1. Agradecemos también a David Enríquez Enríquez, de la Unidad Académica de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas y a Guillermo Ibarra-Manríquez, del Centro de Investigación en Ecosistemas de la UNAM, la lectura crítica del manuscrito y sus valiosas observaciones.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 1981. Síntesis geográfica de Zacatecas. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 222 pp.

Anónimo. 1999. Ecorregiones de México, escala 1: 1 000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

Anónimo. 2004. Valoración ecorregional para la conservación del Desierto Chihuahuense. 2a. edición. Pronatura Noreste, The Nature Conservancy y World Wildlife Fund. México, D.F. 105 pp.

Anónimo. 2008. Ecorregiones terrestres de México, escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.

Anónimo. 2009. Sistema nacional de áreas naturales protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/sinap.php

Balleza, J. J. y J. L. Villaseñor. 2002. La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México). Acta Bot. Mex. 59: 5-69.

Balleza, J. J., J. L. Villaseñor y G. Ibarra-Manríquez. 2005. Regionalización biogeográfica de Zacatecas, México, con base en los patrones de distribución de la familia Asteraceae. Rev. Mex. Biodiv. 76: 71-78.

Contreras, A. 1955. Definición de las zonas áridas y su delimitación en la República Mexicana. In: Beltrán, E. (ed.). Problemas de las zonas áridas de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. pp. 3-40.

Enríquez, E. D., S. D. Koch y M. S. González-Elizondo. 2003. Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. Acta Bot. Mex. 64: 45-89.

Ferrier, S., R. L. Pressey y T. W. Barret. 2000. A new predictor of the irreplaceability of areas for achieving a conservation goal, its application to real-world planning, and a research agenda for further refinement. Biol. Conserv. 93: 303-325.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1990. Regionalización biogeográfica. Mapa IV.8.10. Atlas Nacional de México, vol. III. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a. Edición particular. México, D.F. 217 pp.

García-Mendoza, A. 1995. Riqueza y endemismos de la familia Agavaceae en México. In: Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. S. Elias (eds.). Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 51-75.

Groombridge, B. (ed.). 1992. Global biodiversity: status of the Earth's living resource. World Conservation Monitoring Centre. Chapman & Hall. Londres. 614 pp.

Henrickson, J. y M. C. Johnston. Inédito. A flora of the Chihuahuan Desert Region. Borrador para publicación.

Hernández, H. M. y R. T. Bárcenas. 1996. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: II. Biogeography and conservation. Conserv. Biol. 10: 1200-1209.

Hernández, H. M., C. Gómez-Hinostrosa y B. Goettsch. 2004. Checklist of Chihuahuan desert Cactaceae. Harvard Pap. Bot. 9: 51-68.

Johnston, M. C. 1974. Brief resume of botanical, including vegetational, features of the Chihuahuan Desert Region with special emphasis on their uniqueness. In: Wauer, R. H. y D. H. Riskind (eds.). Transactions of the symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region, United States and Mexico. Sul Ross State University. Alpine, Texas. pp. 335-359.

Kerr, J. T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. Conserv. Biol. 11: 1094-1100.

Kirkpatrick, J. B. 1983. An iterative method for establishing priorities for the selection of nature reserves: an example from Tasmania. Biol. Conserv. 25: 127-134.

Lira, R., J. L. Villaseñor y E. Ortíz. 2002. A proposal for the conservation of the family Cucurbitaceae in México. Biodivers. and Conserv. 11: 1699-1720.

MacKinnon, J., K. MacKinnon, G. Child y J. Thorsell (comps.). 1990. Manejo de áreas protegidas en los trópicos. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Gland. 314 pp.

Margules, C. R. y M. B. Usher. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. Biol. Conserv. 21: 79-109.

Margules, C. R., A. O. Nicholls y R. L. Pressey. 1988. Selecting networks of reserves to maximise biological diversity. Biol. Conserv. 43: 63-76.

Margules, C. R. y J. L. Stein. 1989. Patterns in the distributions of species and the selection of nature reserves: an examples from *Eucalyptus* forest in South-eastern New South Wales. Biol. Conserv. 50: 219-238.

Margules, C. R., I. D. Cresswell y A. O. Nichols. 1994. A scientific basis for establishing networks of protected areas. In: Forey, P. L., C. J. Humphries y I. Vane Wright (eds.). Systematics and conservation evaluation, Systematics Association Special Volume 50. Claredond Press. Oxford. pp. 327-350.

Margules, C. R. y R. L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. Nature 403: 243-253.

Mcneely, J. A. 1995. Keep all the pieces: systematics 2000 and world conservation. Biol. Conserv. 4: 510-519.

Medellín-Leal, F. 1982. The Chihuahuan Desert. In: Bender, G. L. (ed.). Reference handbook on the deserts of North America. Greenwood Press. Westport, Connecticut. pp. 321-372.

Morafka, D. J. 1977. A biogeographical analysis of the Chihuahuan Desert through its herpetofauna. Dr. W. Junk B.V. Publishers, The Hague. 313 pp.

Morrone, J. J., D. Espinosa O. y J. Llorente B. 2002. Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. Acta Zool. Mex. (número especial) 85: 83-108.

Nichols, A. O. y C. R. Margules. 1993. An upgraded reserve selection algorithm. Biol. Conserv. 64: 161-165.

Powell, A. M. y B. L. Turner. 1974. Aspects of the plant biology of the gypsum outcrops of the Chihuahuan Desert. In: Wauer, R. H. y D. H. Riskind (eds.). Transactions of the symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region, United States and Mexico. Sul Ross State University. Alpine, Texas. pp. 315-325.

Pressey, R. L. y A. O. Nichols. 1989a. Efficiency in conservation evaluation: scoring versus iterative approaches. Biol. Conserv. 50: 199-218.

Pressey, R. L. y A. O. Nichols. 1989b. Applications of numerical algorithm to the selection of reserves in semi-arid New South Wales. Biol. Conserv. 50: 263-278.

Pressey, R. L., M. Bedward y D. A. Keith. 1994. New procedures for reserve selection in New South Wales: maximizing the chances of achieving a representative network. In: Forey, P. L., C. J. Humphries y I. Vane-Wright (eds.). Systematics and conservation evaluation. Systematics Associations Special Volume 50. Claredon Press. Oxford. pp. 351-373.

Rebelo, A. G. y W. R. Siegfried. 1992. Where should nature reserves be located in the Cape Floristic Region, South Africa? models for the spatial configuration of a reserves network aimed at maximizing the protection of flora diversity. Conserv. Biol. 6: 243-252.

Rebelo, A. G. 1994. Iterative selection procedures: centres of endemism and optimal placement of reserves. Strelitzia 1: 231257.

Rzedowski, J. 1957. Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 18: 49-101.

Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística de México. III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. Ciencia (México) 27: 123-132.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 pp.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Act. Bot. Mex. 14: 3-21.

Schmidt, R. H. 1979. A climatic delineation of the “real” Chihuahuan Desert. J. Arid Environm 2: 243-250.

Shreve, F. 1942. The desert vegetation of North America. Bot. Rev. 8: 195-246.

Takhtajan, A. 1986. Floristic regions of the world. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California. 522 pp.

Toledo, V. M. y M. A. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 739-757.

Turpie, J. K. 1995. Prioritizing South African estuaries for conservation: a practical example using waterbirds. Biol. Conserv. 74: 175-185.

Van Devender (inédito). Introducción. In: Henrickson, J. y M. C. Johnston. (inédito). A flora of the Chihuahuan Desert Region. Borrador para publicación.

Villaseñor, J. L. 1993. La familia Asteraceae en México. In: Gío-Argáez, R. y E. López-Ochoterena (eds.). Diversidad biológica de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. (número especial) 44: 117-124.

Villaseñor, J. L., G. Ibarra-Manríquez y D. Ocaña. 1998. Strategies for the conservation of Asteraceae in Mexico. Conserv. Biol. 12: 1066-1075.

Villaseñor, J. L., J. A. Meave, E. Ortiz y G. Ibarra-Manríquez. 2003. Biogeografía y conservación de los bosques tropicales húmedos de México. In: Morrone, J. J. y J. Llorente (eds.). 2003. Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 209-216.

Villaseñor, J. L., P. Maeda, J. A. Rosell y E. Ortiz. 2007. Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. Divers. Distrib. 13: 871-876.

Villaseñor, J. L., E. Ortiz y R. Redonda-Martínez. 2008. Catálogo de autores de plantas vasculares de México. 2a ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 69 pp.

Wiggins, I. L. 1964. Flora of the Sonoran Desert. In: Shreve, F. & I. L. Wiggins. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. Stanford, California. 2 vols.

Recibido en diciembre de 2009.

Aceptado en septiembre de 2010.

ANEXO

Especies de Asteraceae en la porción del Desierto Chihuahuense en Zacatecas. Se indican los cuadros donde han sido registradas y a continuación se menciona su distribución a nivel mundial. Los autores de los nombres de las especies se citan con base en Villaseñor et al. (2008). El asterisco indica que la especie es endémica del Desierto Chihuahuense.

Acourtia fruticosa (La Llave) B.L. Turner; 09, 24; endémica de México
Acourtia mexicana (Lag. ex D. Don) H. Rob.; 21, 24; endémica de México.
Acourtia nana (A. Gray) Reveal & R.M. King; 01, 05, 07, 11, 12, 14, 16, 20, 21, 22, 23, 26; México a Estados Unidos de América.
Acourtia parryi (A. Gray) Reveal & R.M. King; 05, 06, 11, 12, 14, 16, 18, 26; endémica de México.
Acourtia wrightii (A. Gray) Reveal & R.M. King; 01, 12, 14, 25; México a Estados Unidos de América.
**Acourtia zacatecana* B.L. Turner; 24; endémica de México.
Adenophyllum cancellatum (Cass.) Villarreal; 24, 25; endémica de México.
**Ageratina astellera* (B.L. Turner) B.L. Turner; 06, 07; endémica de México.
Ageratina brevipes (DC.) R.M. King & H. Rob.; 21, 24; endémica de México.
Ageratina calaminthifolia (Kunth) R.M. King & H. Rob.; 14, 24; endémica de México.
Ageratina calophylla (Greene) R.M. King & H. Rob.; 06; endémica de México.
**Ageratina campyloclada* (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.; 07; endémica de México.
Ageratina espinosarum (A. Gray) R.M. King & H. Rob.; 05, 21, 22, 24, 25, 26; endémica de México.
Ageratina petiolaris (Moç. & Sessé ex DC.) R.M. King & H. Rob.; 07, 22, 24, 26; endémica de México.
Ageratina scorodonioides (A. Gray) R.M. King & H. Rob.; 05, 06, 07, 21, 22, 23, 25, 26; endémica de México.
Ageratum corymbosum Zuccagni ex Pers.; 07, 21, 22, 24, 25, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Ambrosia canescens A. Gray; 01, 21, 24, 26; endémica de México.
Ambrosia confertiflora DC.; 06, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25; México a Estados Unidos de América.
Ambrosia psilostachya DC.; 11, 26; México a Estados Unidos de América.
Aphanostephus ramosissimus DC.; 09, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26; endémica de México.
Artemisia dracunculus L.; 11; México a Estados Unidos de América.
Artemisia klotzschiana Besser; 05, 11, 21; endémica de México.
Artemisia ludoviciana Nutt.; 07, 11, 14, 16, 18, 21, 24, 25; Estados Unidos de América a Sudamérica.
**Baccharis neglecta* Britton; 07; México a Estados Unidos de América.
Baccharis pteronioides DC.; 06, 12, 16, 18, 22, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Baccharis salicifolia (Ruiz & Pav.) Pers.; 06, 07, 14, 22, 23, 24, 25, 26; amplia distribución en el Continente Americano.
Baccharis sulcata DC.; 06, 07, 25, 26; endémica de México.
Baccharis thesioides Kunth; 21; México a Estados Unidos de América.
Bahia absinthifolia Benth.; 01, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25; México a Estados Unidos de América.
Bahia glandulosa Greenm.; 22, 25; endémica de México
Bahia schaffneri S. Watson; 05, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; endémica de México.
Baileya multiradiata Harv. & A. Gray ex Torr.; 18; México a Estados Unidos de América.
Barkleyanthus salicifolius (Kunth) H. Rob. & Brettell; 01, 05, 06, 07, 11, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Berlandiera lyrata Benth.; 21, 24; México a Estados Unidos de América.
Bidens ferulifolia (Jacq.) DC.; 06, 24, 26; México a Estados Unidos de América.
Bidens odorata Cav.; 05, 06, 07, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Bidens pilosa L.; 24; amplia distribución en el Continente Americano.
Brickellia eupatorioides (L.) Shinners; 05, 06, 12, 14, 16, 18, 21, 22; México a Estados Unidos de América.
**Brickellia laciniata* A. Gray; 06, 07, 11, 12, 14, 16; México a Estados Unidos de América.
**Brickellia robinsoniana* S.F. Blake; 14; endémica de México.
Brickellia secundiflora (Lag.) A. Gray; 05, 25; endémica de México.
**Brickellia spinulosa* (A. Gray) A. Gray; 09, 24; endémica de México.
Brickellia subuligera (Schauer) B.L. Turner; 09, 24; endémica de México.
**Brickellia vernicosa* B.L. Rob.; 24; endémica de México.
Brickellia veronicifolia (Kunth) A. Gray; 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 25; México a Estados Unidos de América.
**Calanticaria brevifolia* (Greenm.) E.E. Schill. & Panero; 05, 07; endémica de México.
Calanticaria greggii (A. Gray) E.E. Schill. & Panero; 12; endémica de México.
Calyptocarpus vialis Less.; 01, 05, 09; Estados Unidos de América a Sudamérica.
**Chaetopappa bellioides* (A. Gray) Shinners; 05, 07, 11, 12, 14, 16, 21, 23, 25, 26; México a Estados Unidos de América.
Chaetopappa ericoides (Torr.) G.L. Nesom; 06, 14, 21, 24, 25; México a Estados Unidos de América.
Chloracantha spinosa (Benth.) G.L. Nesom; 09; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Chrysactinia mexicana A. Gray; 05, 06, 07, 11, 16, 21, 23, 26; México a Estados Unidos de América.
Cirsium mexicanum DC.; 06, 07, 11, 12, 16; endémica de México.
**Cirsium pringlei* (S. Watson) Petr.; 12; endémica de México.
Cirsium rhaphilepis (Hemsl.) Petr.; 05, 06; endémica de México.
Conoclinium dissectum A. Gray; 01, 05, 06, 09, 12, 14, 16; México a Estados Unidos de América.
Conyza microcephala Hemsl.; 23; endémica de México.
Cosmos bipinnatus Cav.; 24; Estados Unidos de América a Sudamérica, naturalizada en el Viejo Mundo.

Cosmos parviflorus (Jacq.) Pers.; 21; México a Estados Unidos de América.
Dahlia tubulata P.D. Sorensen; 07; endémica de México.
Dicranocarpus parviflorus A. Gray; 01, 06, 07, 12; México a Estados Unidos de América.
Dyssodia papposa (Vent.) Hitchc.; 01, 05, 06, 07, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 25; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Dyssodia pinnata (Cav.) B.L. Rob.; 07, 16, 18, 21, 24; endémica de México.
Erigeron bigelovii A. Gray; 05; México a Estados Unidos de América.
Erigeron delphinifolius Willd.; 21, 26; México a Estados Unidos de América.
Erigeron flagellaris A. Gray; 07; México a Estados Unidos de América.
Erigeron janivultus G.L. Nesom; 07, 23; endémica de México.
Erigeron longipes DC.; 22; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Erigeron modestus A. Gray; 07; México a Estados Unidos de América.
Erigeron pubescens Kunth; 05, 06, 07, 11, 16, 22, 23, 24, 25; endémica de México.
**Erigeron subacaulis* (McVaugh) G.L. Nesom; 21, 24, 25; endémica de México.
Euphrosyne partheniifolia DC.; 01, 05, 07, 09, 12, 14; endémica de México.
Eutetras palmeri A. Gray; 25; endémica de México.
Flaveria anomala B.L. Rob.; 01, 06, 07, 11, 12; endémica de México.
Flaveria oppositifolia (DC.) Rydb.; 20; endémica de México.
Flaveria trinervia (Spreng.) C. Mohr; 04, 19; Nuevo y Viejo Mundo.
Fleischmannia pycnocephala (Less.) R.M. King & H. Rob.; 11, 12, 16; amplia distribución en el Continente Americano.
Florestina pedata (Cav.) Cass.; 16; México a Centroamérica.
Flourensia cernua DC.; 01, 05, 06, 07, 11, 12, 14, 16, 21, 23; México a Estados Unidos de América.
**Flourensia dentata* S.F. Blake; 06, 14, 18, 22; endémica de México.
**Gaillardia comosa* A. Gray; 05, 06, 12, 14, 16, 18, 22, 25, 26; endémica de México.
Galinsoga parviflora Cav.; 05, 06, 07, 14, 21, 22, 23, 24, 25; Norteamérica al Viejo Mundo.
Gochnatia hypoleuca (DC.) A. Gray; 07; México a Estados Unidos de América.
**Grindelia oxylepis* Greene; 11, 14, 21, 24; endémica de México.
Grindelia subdecurrens DC.; 07, 25; endémica de México.
**Gutierrezia conoidea* (Hemsl.) M.A. Lane; 14, 15, 24; endémica de México.
Gutierrezia grandis S.F. Blake; 07; endémica de México.
Gutierrezia microcephala (DC.) A. Gray; 11; México a Estados Unidos de América.
Gutierrezia sarothrae (Pursh) Britton & Rusby; 07; México a Estados Unidos de América.
Gutierrezia sericocarpa (A. Gray) M.A. Lane; 07, 09, 11, 18, 22; endémica de México.
Gutierrezia sphaerocephala A. Gray; 06; México a Estados Unidos de América.
Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.; 01, 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Hedosyne ambrosiifolia (A. Gray) Strother; 07; México a Estados Unidos de América.
**Helenium elegans* DC.; 12; endémica de México.
Helenium mexicanum Kunth; 01, 06, 11, 14, 18, 21, 22, 23, 24, 26; México a Centroamérica.
**Helenium microcephalum* DC.; 01, 05, 09, 11, 12; México a Centroamérica.
Helianthus annuus L.; 06, 07, 12, 16, 18; Estados Unidos de América y México, naturalizada en otras partes del mundo.

Helianthus laciniatus A. Gray; 01, 05, 06, 07, 09, 12, 16, 18, 21, 22, 24; México a Estados Unidos de América.

Heterosperma pinnatum Cav.; 05, 06, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.

Heterotheca inuloides Cass.; 07, 12, 14, 16, 18, 21, 24; endémica de México.

**Heterotheca mucronata* Harms ex B.L. Turner; 07, 12; endémica de México.

Heterotheca subaxilaris (Lam.) Britton & Rusby; 21, 22; México a Estados Unidos de América.

Hieracium abscissum Less.; 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.

Hybridella globosa (Ortega) Cass.; 23, 24; endémica de México.

Hymenoxys odorata DC.; 11, 23, 25; México a Estados Unidos de América.

Isocoma hartwegii (A. Gray) Greene; 22, 26; México a Estados Unidos de América.

Isocoma veneta (Kunth) Greene; 07, 12, 14, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; endémica de México.

**Jefea brevifolia* (A. Gray) Strother; 05, 07, 12; México a Estados Unidos de América.

Koanophyllon solidaginifolium (A. Gray) R. M. King & H. Rob.; 05; México a Estados Unidos de América.

Laennecia confusa (Cronquist) G.L. Nesom; 21, 23, 24, 25; México a Centroamérica.

Laennecia coulteri (A. Gray) G.L. Nesom; 07, 09, 12, 14, 16, 23; México a Estados Unidos de América.

**Laennecia microglossa* (S.F. Blake) G.L. Nesom; 18, 21; endémica de México.

Laennecia schiedeana (Less.) G.L. Nesom; 11, 18; Estados Unidos de América a Sudamérica.

Laennecia sophiifolia (Kunth) G.L. Nesom; 14, 18, 21, 22, 24, 25, 26; amplia distribución en el Continente Americano.

Leuciva dealbata (A. Gray) Rydb.; 09, 11, 12, 14, 16; México a Estados Unidos de América.

Machaeranthera tanacetifolia (Kunth) Nees; 06, 07, 09, 12, 14, 18, 21, 22, 23, 24; México a Estados Unidos de América.

**Medranoa parrasana* (S.F. Blake) Urbatsch & R.P. Roberts; 05, 06; endémica de México.

Melampodium sericeum Lag.; 14; Estados Unidos de América a Sudamérica.

Montanoa leucantha (Lag.) S.F. Blake; 21, 24, 25; endémica de México.

**Nicolletia edwardsii* A. Gray; 01, 07, 09, 12; México a Estados Unidos de América.

Parthenium argentatum A. Gray; 05, 06, 07, 11, 12, 16, 18; México a Estados Unidos de América.

Parthenium bipinnatifidum (Ortega) Rollins; 06, 09, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Parthenium confertum A. Gray; 01, 06, 11, 12, 16; México a Estados Unidos de América.

Parthenium incanum Kunth; 01, 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Pectis angustifolia Torr.; 14; México a Estados Unidos de América.

Pectis prostrata Cav.; 24; amplia distribución en el Continente Americano.

Perymenium mendezii DC.; 21, 23, 24, 25, 26; endémica de México.

Pinaropappus roseus (Less.) Less.; 05, 06, 07, 21, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Piqueria trinervia Cav.; 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Centroamérica.
Pittocaulon praecox (Cav.) H. Rob. & Brettell; 21, 24, 25; endémica de México.
Porophyllum scoparium A. Gray; 07, 18; México a Estados Unidos de América.
Pseudognaphalium attenuatum (DC.) Anderb.; 21, 25; México a Centroamérica.
Pseudognaphalium brachypterum (DC.) Anderb.; 21; México a Centroamérica.
Pseudognaphalium canescens (DC.) Anderb.; 21; México a Estados Unidos de América.
Pseudognaphalium conoideum (Kunth) Anderb.; 18; endémica de México.
Pseudognaphalium inornatum (DC.) Anderb.; 14; endémica de México.
Pseudognaphalium semiamplexicaule (DC.) Anderb.; 21; México a Centroamérica.
Pseudognaphalium viscosum (Kunth) Anderb.; 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Psilactis brevilingulata Sch. Bip. ex Hemsl.; 06, 11, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Psilostrophe gnaphalodes DC.; 05, 06, 07, 11, 12; México a Estados Unidos de América.
Ratibida columnifera (Nutt.) Wooton & Standl.; 12, 16; México a Estados Unidos de América.
Roldana heracleifolia (Hemsl.) H. Rob. & Brettell; 24; endémica de México.
Sanvitalia abertii A. Gray; 14; México a Estados Unidos de América.
Sanvitalia angustifolia Engelm. ex A. Gray; 01, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 21, 22, 23, 26; endémica de México.
Sanvitalia ocymoides DC.; 14; México a Estados Unidos de América.
Sanvitalia procumbens Lam.; 05, 09, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Centroamérica.
**Sartwellia mexicana* A. Gray; 06, 07, 11; endémica de México.
**Sartwellia puberula* Rydb.; 01; endémica de México.
Schkuhria pinnata (Lam.) Kuntze; 14, 18, 21, 24, 25; México a Centroamérica.
Senecio flaccidus Less.; 06, 07, 14, 18, 21, 22, 24; México a Estados Unidos de América.
Senecio pseudopicridis T.M. Barkley; 07; endémica de México.
Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers.; 06, 07, 11, 12, 14, 18, 21, 24, 25, 26; México a Centroamérica.
Solidago scabrida DC.; 05, 06, 07, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 25, 26; endémica de México.
Solidago velutina DC.; 16; México a Estados Unidos de América.
Stevia lucida Lag.; 21, 25; México a Sudamérica.
Stevia micrantha Lag.; 24, 25; México a Estados Unidos de América.
Stevia salicifolia Cav.; 07, 23, 25; México a Estados Unidos de América.
Stevia serrata Cav.; 21, 24, 25, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Stevia viscida Kunth; 24; Estados Unidos de América a Sudamérica.
Symphyotrichum expansum (Poepp. ex Spreng.) G.L. Nesom; 09, 22, 24, 25; México a Centroamérica.
Tagetes lunulata Ortega; 21, 24, 25; endémica de México.
Tagetes micrantha Cav.; 21, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.
Thelesperma longipes A. Gray; 07; México a Estados Unidos de América.
Thelesperma magapotamicum (Spreng.) Kuntze; 06, 07, 21, 24; México a Estados Unidos de América.

Thymophylla acerosa (DC.) Strother; 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Thymophylla pentachaeta (DC.) Small; 05, 06, 07, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26; Estados Unidos de América a Sudamérica.

Thymophylla setifolia Lag.; 05, 06, 07, 11, 12, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Thymophylla tenuifolia (Cass.) Rydb.; 01, 05, 06, 07, 12, 14, 16, 20, 21, 23, 26; endémica de México.

Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.; 01, 05, 06, 11, 12, 14, 18, 21, 22, 24, 25; México hasta Sudamérica.

Townsendia mexicana A. Gray; 05, 06, 11, 18, 21, 23, 24, 26; endémica de México.

Tridax balbisioides (Kunth) A. Gray; 14, 21, 24, 25; endémica de México.

Tridax coronopifolia (Kunth) Hemsl.; 22, 25; endémica de México.

Tridax palmeri A. Gray; 25; endémica de México.

Trixis angustifolia DC.; 06, 09, 11, 14, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; endémica de México.

Trixis californica Kellogg; 01, 09, 11, 12; México a Estados Unidos de América.

**Varilla mexicana* A. Gray; 01, 06; endémica de México.

Verbesina chihuahuensis A. Gray; 06, 07; endémica de México.

Verbesina encelioides (Cav.) Benth. & Hook. f.; 01, 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 18, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Verbesina longipes B.L. Rob. & Greenm.; 01, 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 23; endémica de México.

Verbesina mollis Kunth; 26; endémica de México.

Verbesina pedunculosa (DC.) B.L. Rob.; 21; endémica de México.

Verbesina serrata Cav.; 09, 14, 21, 24, 25; endémica de México.

Verbesina virgata Cav.; 26; endémica de México.

Viguiera cordifolia A. Gray; 06, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 24, 25; México a Estados Unidos de América.

Viguiera dentata (Cav.) Spreng.; 01, 05, 06, 07, 09, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 25; México a Centroamérica.

Viguiera linearis (Cav.) Sch. Bip. ex Hemsl.; 14, 21, 22, 24, 25; endémica de México.

Viguiera stenoloba S.F. Blake; 05, 07, 11, 12, 16; México a Estados Unidos de América.

Xanthisma gymnocephalum (DC.) D.R. Morgan & R.L. Hartm.;18; México a Estados Unidos de América.

Xanthisma spinulosum (Pursh) D.R. Morgan & R.L. Hartm.; 01, 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Xanthium strumarium L.; 01, 09, 12, 14, 18, 21, 22, 24, 25; Nuevo y Viejo Mundo.

Xanthocephalum gymnospermoides (A. Gray) Benth.; 24; endémica de México.

Zaluzania augusta (Lag.) Sch. Bip.; 22, 24, 25; endémica de México.

**Zaluzania mollissima* A. Gray; 05, 06, 07, 12, 21, 22, 23; endémica de México.

Zaluzania triloba (Ortega) Pers.; 06, 07, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 23, 24, 25, 26; endémica de México.

Zinnia acerosa (DC.) A. Gray; 01, 05, 06, 07, 09, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26; México a Estados Unidos de América.

Zinnia angustifolia Kunth; 05, 11; endémica de México.
Zinnia juniperifolia (DC.) A. Gray; 06, 07, 12; endémica de México.
Zinnia peruviana (L.) L.; 09, 11, 14, 21, 24, 25; amplia distribución en el Continente Americano.



Acta Botanica Mexicana 94: 91-123 (2011)

PISOS DE VEGETACIÓN DE LA SIERRA DE CATORCE Y TERRITORIOS CIRCUNDANTES (SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO)

Joaquín Giménez de Azcárate[1], Onésimo González Costilla[2]

[1]Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Botánica, Escuela Politécnica Superior, E-27002 Lugo, España. joaquin.gimenezdeazcarate@usc.es
[2]Universidad de Matehuala S.C., División de Estudios de Posgrado, Cuauhtémoc 201, 78700 Matehuala, San Luis Potosí, México.

RESUMEN

Se realizó una caracterización de los pisos de vegetación reconocidos a lo largo del gradiente actitudinal en la Sierra de Catorce y zonas aledañas, en la porción meridional del Desierto Chihuahuense (Estado de San Luis Potosí, México). Para ello se efectuó la diagnosis de las principales unidades de vegetación, utilizando el enfoque fitosociológico, y la interpretación de los resultados bioclimáticos obtenidos a partir de los datos de las estaciones meteorológicas analizadas y de las extrapolaciones efectuadas. En el territorio considerado se han reconocido los bioclimas Tropical Xérico y Tropical Pluviestacional. En el primer caso se presentan los pisos Termotropical Semiárido, Mesotropical Semiárido, Mesotropical Seco y Supratropical Seco. En el Tropical Pluviestacional sólo se presenta de forma puntual el piso Supratropical Subhúmedo. Para cada una de estas situaciones se acompañan datos de la composición, distribución cliserial y diagnosis bioclimática de su vegetación natural potencial correspondiente (diferentes comunidades arbóreas y arbustivas), y se señalan los bioindicadores más representativos de cada situación.

Palabras clave: altiplano, bioclimatología, bioindicadores, cliseries, comunidades vegetales, México, San Luis Potosí.

ABSTRACT

The vegetation belts on the slopes of the Sierra de Catorce and surrounding areas in the southern Chihuahuan Desert (State of San Luis Potosi, Mexico) were recognized. The major units of vegetation were studied from a phytosociological point of view and bioclimatic

data results from weather stations were analysed and extrapolated. The Tropical Xeric and Tropical Pluviseasonal bioclimates were characterized in the area. Of the first one the Semi-arid Thermotropical, the Semi-arid Mesotropical, the Dry Mesotropical, and the Dry Supratropical belts are present. Of the second bioclimate, only the Subhumid Supratropical belt is punctually present. The description of each of these belts is accompanied by data on composition, cliserial distribution and bioclimatic diagnosis of the corresponding potential natural vegetation (diferent forest and scrub communities) and the most representative biomarkers of each situation are indicated.

Key words: bioclimatology, bioindicators, cliseries, high plateau, Mexico, plant communities, San Luis Potosí.

INTRODUCCIÓN

Enclavada en el altiplano Potosino-Zacatecano, al sur del Desierto Chihuahuense, la Sierra de Catorce constituye un escenario privilegiado para poner en práctica la metodología europea de análisis bioclimático de la vegetación. Ello es así debido a su marcado gradiente altitudinal, a la altura de sus cumbres (las más altas de dicho desierto), y a su situación biogeográfica en el sureste de la Región Xerofítica-Mexicana, próxima a la Sierra Madre Oriental (Rzedowski, 1978).

La utilización conjunta de los índices bioclimáticos y de los datos fitosociológicos de campo constituye una herramienta de gran utilidad para establecer la relación entre los valores del clima y los modelos de distribución de la vegetación y de sus discontinuidades fitocenóticas, explicadas a través del modelo de zonación altitudinal de los pisos bioclimáticos. Esta relación se basa en el establecimiento de unos determinados parámetros que constituyen el marco de referencia de la realidad biológica reconocible, que son los pisos de vegetación. La compartimentación del espacio físico de un territorio se fundamenta en el concepto de piso bioclimático, definido por cada uno de los diferentes niveles o cinturas establecidos a lo largo de un gradiente altitudinal, y que se corresponden con unos valores discriminantes de parámetros climáticos sencillos de temperatura y precipitación (Termotipos y Ombrotipos). Con base en estas premisas se ha venido desarrollando desde hace más de dos décadas un modelo bioclimático global (Rivas-Martínez, 2007) que permite la equiparación de los ecosistemas vegetales de diferentes territorios a partir de los datos climáticos de las estaciones meteorológicas y de la información fitocenótica generada en cada territorio. De entre las diferentes aplicaciones realizadas en el continente americano

destacan las efectuadas en territorios de los U.S.A y Canadá (Peinado et al., 1994a; 1997; Rivas-Martínez, 1997; Rivas-Martínez et al., 1999), Andes argentinos (Roig et al., 2007), Andes peruanos (Galán de Mera et al., 2003) Andes venezolanos (Costa et al., 2007), Chile (Amigo y Ramírez, 1998; Luebert y Pliscoff, 2006), Bolivia (Navarro y Maldonado 2002), entre otras. La aplicación en México de este enfoque conceptual ha tenido escasa repercusión debido, entre otros factores, a los criterios tradicionalmente seguidos en el análisis y clasificación de la vegetación, basados en una diagnosis fisionómica-ecológica apoyada en sus correspondientes tipos y subtipos climáticos (Aubréville, 1962; Miranda y Hernández X., 1963; González Quintero, 1974; Rzedowski, 1978; Anónimo, 2001; González Medrano, 2003).

Durante los últimos diecisiete años varios autores han aplicado dicho enfoque bioclimático en distintos territorios de la República; destacan los efectuados por Peinado et al. (1994b) y Delgadillo (1995) en la Península de Baja California y en el suroeste de Estados Unidos; los de Rivas-Martínez (1997) y Rivas-Martínez et al. (1999) en los territorios fronterizos del norte de México y sur de Estados Unidos, el de Barber et al. (2001) en la Península de Yucatán y los efectuados en diferentes sierras y volcanes del Eje Neovolcánico Transversal (Almeida et al. 2004; G. Azcárate et. al., 1997; G. Azcárate y Escamilla, 1999; Escamilla et al., 1998, 2002; G. Azcárate et al., 2003). Finalmente cabe señalar las contribuciones de Rivas-Martínez (2004) y G. Azcárate et al. (1999) relacionadas con la diagnosis bioclimática del país.

En el presente estudio se aborda la repercusión que el fenómeno de zonación altitudinal de la vegetación tiene en comunidades climatófilas; ello ha permitido el reconocimiento preciso, objetivo y recíproco de los espacios ligados a las unidades bioclimáticas (bioclimas, termotipos y ombrotipos) y el de sus correspondientes fitocenosis (pisos de vegetación). Los datos e información obtenidos constituyen una información de referencia a tener en cuenta en otros territorios de la Región Xerofítica-Mexicana, de cara al uso de las comunidades vegetales y de las plantas como bioindicadores climáticos.

CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO

La región de estudio se sitúa en el cuadrante suroriental del Desierto Chihuahuense, en su porción fisiográfica correspondiente al Altiplano Mexicano o Central (Raisz, 1959; Rzedowski, 1978; Medellín, 1982), e incluye la Sierra de Catorce y sus planicies y piedemontes adyacentes. Está delimitada por las coordenadas extremas 23° y 24° N, y 100°30' y 101°30' O (Fig. 1). Desde el punto

de vista fitogeográfico estos territorios se incluyen en la Provincia Florística de la Altiplanicie, Región Xerofítica-Mexicana del Reino Neotropical (Rzedowski, 1978; Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990). Administrativamente, la mayor parte del área se encuentra en el estado de San Luis Potosí -municipios de Catorce, Cedral, Charcas, Matehuala, Vanegas, Villa de la Paz y Villa de Guadalupe-, aunque también se han recopilado datos de campo en las entidades vecinas de Zacatecas y Nuevo León.

El territorio considerado forma parte de la región hidrológica -o bolsón- del Salado, una de las vertientes interiores más importante del país, constituida por un conjunto de cuencas endorreicas interconectadas entre sí (Morafka, 1977). A grandes rasgos se reconocen dos unidades geomorfológicas: la planicie o bajío y la

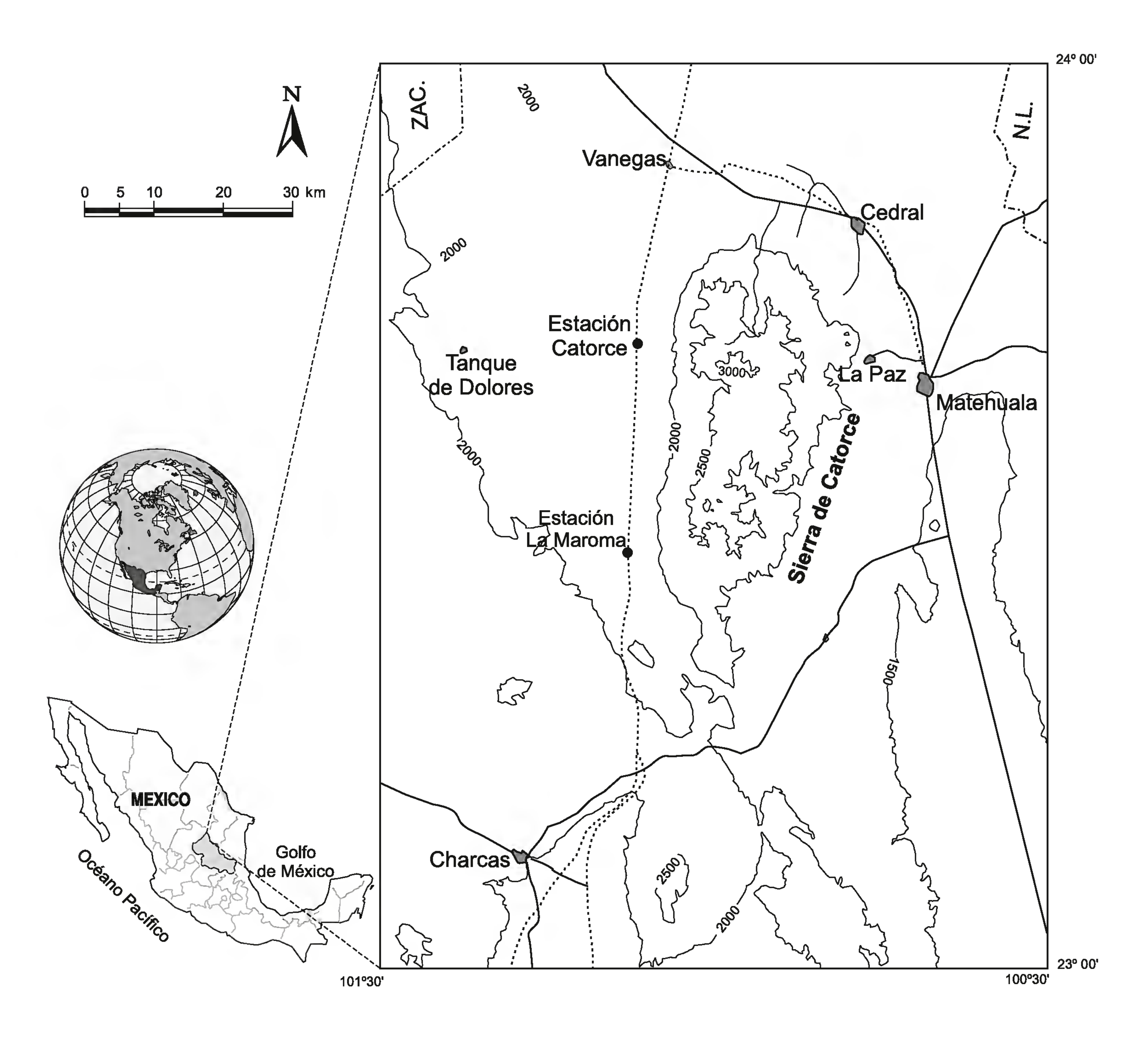


Fig. 1. Localización del área de estudio.

sierra; ambas se diferencian por el tipo de proceso que las originaron. En la primera, dominan los del tipo acumulativo-denudativos que conformaron diferentes unidades de rango menor como abanicos, piedemontes, llanuras y lomeríos. En la sierra, los procesos erosivos son responsables de una dinámica geomorfológica activa que ha formado un complejo sistema de laderas y valles intermontanos con diferentes formas y pendientes; ello se manifiesta en una marcada asimetría de vertientes, siendo la occidental más escarpada y rectilínea que la oriental, más sinuosa. Las geoformas originadas constituyen relieves montañosos con disposición variable (González Costilla, 2006). La litología del territorio está condicionada principalmente por el relieve; la porción montañosa está dominada por rocas mesozoicas de origen sedimentario -calizas, lutitas y areniscas-, mientras que las planicies endorreicas están recubiertas por material aluvial cuaternario de grosor variable (Anónimo, 2002).

Los procesos edafogenéticos que inciden en los suelos de la región se encuentran retardados debido a lo restrictivo de las condiciones climáticas y a una topografía en muchos casos adversa. Por tanto, la mayoría de los suelos son poco evolucionados y bastante pobres en materia orgánica, predominando los xerosoles en las zonas de la planicie, y los regosoles y leptosoles en las laderas de la sierra. En menor medida se presentan rendzinas, castañozems, solonchaks y fluvisoles.

La región está sometida a un régimen macroclimático de tipo Tropical con presencia de una corta estación de lluvias en los meses de verano (junio a septiembre). La posición latitudinal y altitudinal del territorio, su situación geográfica en el interior continental, su régimen de temperaturas con valores promedio mensuales con poca oscilación y un régimen de precipitaciones estivales condicionado por la entrada de los alisios, constituyen los factores que determinan los rasgos climáticos de la región. De forma particular cabe destacar el efecto Föhn de sombra de lluvias en la vertiente occidental de la Sierra (sotavento).

Desde un punto de vista climático la zona de estudio se integra en la Región Norte (García et al. 1990). Dada la implantación de la clasificación de Köppen (1936) modificada para México por García (2004), se enlistan seguidamente los tipos y subtipos climáticos presentes en el territorio:

1. Grupos de climas secos o áridos -BS, BW-, con lluvias escasas e irregulares preferentemente de verano. Se reconocen los siguientes subtipos:

- BS_1kw: Semiseco templado, con verano cálido y con porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 ºC, temperatura media anual ente 12 y 18 ºC, temperatura del mes más cálido mayor que 18 ºC y temperatura del mes más frío entre -3 y 18 ºC.

- $BS_1kw(x')$: Semiseco templado, con verano cálido y con porcentaje de precipitación invernal mayor a 10.2 °C, temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura del mes más cálido mayor que 18 °C y temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C.

- $BS_1(h')hw'(e)$: Semiseco semicálido, con porcentaje de precipitación invernal mayor de 10.2, con temperatura media anual mayor de 22 °C, temperatura media del mes más frío menor de 18 °C, con canícula interestival y extremoso.

- $BS_1hw'(e)$: Semiseco semicálido con lluvias de verano, con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2, con temperatura media anual de 18 a 22 °C, la del mes más frío menor de 18 °C, extremoso.

- $BS_0kw'(e)$: Seco templado con lluvias escasas coincidentes con el verano cálido y con porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2, con temperatura media del mes más cálido entre 12 y 18 °C y con temperatura media del mes más frío entre -3 y 18 °C, y extremoso.

- BS_0kx': Seco templado con lluvias escasas todo el año, con un porcentaje de lluvia invernal mayor a 18 °C, invierno cálido, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C.

- $BS_0kw(x')$: Seco templado con lluvias escasas coincidentes con el verano cálido y con porcentaje de precipitación invernal mayor de10.2; temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura media del mes más frío entre -3 y 18 °C y temperatura del mes más cálido mayor de 18 °C.

- $BS_0kw (x')$: Seco templado de verano fresco, con porcentaje de precipitación invernal mayor a 10.2 °C, con temperatura media anual entre 12 y 18, temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C.

- BS_0hx': Seco semicálido con lluvias escasas todo el año, invierno fresco y con porcentaje de precipitación invernal mayor de 18.

- BWkw: Desértico templado con lluvias muy escasas durante el verano cálido, porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2, temperatura media anual entre 12 y 18 °C y temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C.

2. Grupo de climas templados -C-, subhúmedos, con invierno seco, temperaturas medias anuales entre los 12 °C y los 18 °C, y temperaturas del mes más frío entre los -3 °C y los 18 °C. Los subtipos reconocidos son:

- C $(w_0(x'))$: Templado subhúmedo, con lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal mayor a 10.2 °C.

- $C(E)(w_1)$: Semifrío subhúmedo con lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal menor de 5.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la diagnosis bioclimática se recopilaron datos de 27 estaciones meteorológicas utilizadas como referencia, situadas tanto en la zona de estudio como en territorios vecinos. De ellas, trece se localizan en San Luis Potosí, seis en Zacatecas, cinco en Nuevo León, dos en Coahuila y una en Tamaulipas. Dicha información se obtuvo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Anónimo, 2006). Para cada una de ellas se consideraron aspectos relacionados con su ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud), y los datos climáticos básicos habituales de temperatura y precipitación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localización y caracterización climática de las estaciones meteorológicas. Acrónimos empleados: Lat/Long: Latitud/Longitud; Alt: Altitud; T: Temperatura media anual; P: Precipitación media anual; NL: Nuevo León; SLP: San Luis Potosí; Zac: Zacatecas; Coah: Coahuila; Tamps: Tamaulipas.

Estación	Lat/Long	Alt (m)	Nº años P/T	T (ºC)	P (mm)
Aguas Blancas (NL)	25º30'100º26'	2690	14/27	13.5	569.1
Cedral (SLP)	23°48'100°44'	1800	54/60	17.2	402.3
Conc. del Oro (Zac)	24º37'101º24'	2070	30/30	16.7	442.1
Coyotillos (SLP)	23°17'101°12'	2180	23/23	14.8	344.6
Dr. Arroyo (NL)	23º40'100º11'	1766	29/29	18.3	516.8
El Carmen (SLP)	23º22' 100º33'	1355	20/20	20.6	364
El Huizache (SLP)	22º56'100º28'	1250	25/25	20.8	377.6
El Refugio (NL)	24º30'100º32'	1908	29/29	15.8	235.4
Gómez Farías (Coah)	24º58'101º03'	1920	19/19	17.5	405.7
La Cardoncita (SLP)	23º33'101º14'	2100	20/20	16.2	253.9
La Maroma (SLP)	23°29'100°59'	1940	36/36	17.6	350.9
La Victoria (SLP)	23°37'101°23'	2150	22/20	15.7	300
Laguna Seca (SLP)	23º19'100º57'	2020	22/22	15.9	442.9
Las Hormigas (Coah)	24º50'100º50'	2110	17/16	16	434.4
Matehuala (SLP)	23º40'100º39'	1677	73/73	19.3	486.2
Mesillas (Zac)	23º55'103º34'	2240	22/22	15.9	456.2
Mier y Noriega (NL)	23º25'100º07'	1681	35/52	19.7	514
Palo Blanco (SLP)	23º08'100º36'	1300	33/35	19.8	294.5

Continuación. Cuadro 1.

Estación	Lat/Long	Alt (m)	Nº años P/T	T (ºC)	P (mm)
Sn. Benito (Zac)	23º54'101º44'	2000	27/29	17.1	329.8
Sn. José Coronado (SLP)	23º35'100º55'	2240	22/22	15.7	400.5
Sn. Tiburcio (Zac)	24º05'101º29'	1890	27/29	17.1	329.8
Sta. Ma. del Refugio (SLP)	23º46'100º14'	1961	35/35	16.9	306
Sta. Ana (NL)	24º07'100º25'	1680	20/20	19.5	365.1
Sierra Hermosa (Zac)	23º39'101º43'	2155	24/24	14.9	352.8
Tula (Tamps)	23º00'99º44'	1160	47/47	20.1	409
Vanegas (SLP)	23°52'100°57'	1735	34/34	17.4	301.8
Villa García (Zac)	22º09'101°57'	2400	43/41	16.2	440.6

Con base en dichos valores se aplicaron los índices más importantes contenidos en la clasificación de Rivas-Martínez (2007). Asimismo se consideraron las aportaciones que, siguiendo este enfoque metodológico, se han efectuado en diferentes zonas del país (Delgadillo, 1995; Peinado et al., 1994b; Rivas-Martínez et al., 1999; G. Azcárate et al., 1999; G. Azcárate y Escamilla, 1999; G. Azcárate et al., 2003; Almeida et al., 2004). Mediante el programa Bioclima (Alcaraz, 2006) se efectuaron los análisis y confección de los bioclimogramas de las estaciones de referencia. Los parámetros e índices básicos utilizados en la diagnosis bioclimática son:

- Ti: Temperatura media mensual, siendo i = 1,2,…12.
- m_i: Temperatura media mensual de las mínimas.
- M_i: Temperatura media mensual de las máximas.
- m: Temperatura media de las mínimas del mes más frío.
- M: Temperatura media de las máximas del mes más frío.
- Tp: Temperatura positiva anual.
- P_i: Precipitación media mensual.
- Pp: Precipitación positiva anual.
- It: Índice de termicidad: Es la suma en décimas de grado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío). It = (T + m + M) 10.
- Io: Índice ombrotérmico: Resulta del cociente entre la precipitación positiva anual (Pp), en mm, y la temperatura positiva anual (Tp), en décimas de ºC, multiplicada por diez. Si todos los meses del año tienen una temperatura media superior a

cero grados, como es el caso de las estaciones consideradas en este trabajo, el valor de Tp se obtiene multiplicando la temperatura media anual - expresada en décimas de grado - por doce. Tp = Tm x 12. Por lo mismo el valor de la Pp coincide con el de la precipitación media anual (P). Así tenemos que Io = 10 x (P/Tm x 12).

- Ic: Índice de continentalidad: Expresa la diferencia en grados centígrados entre la temperatura media del mes más cálido (Tmax) y la del más frío (Tmin) del año, es decir, el intervalo o contraste medio anual de la temperatura. Ic = (Tmax – Tmin).

Para establecer la reciprocidad de los pisos bioclimáticos con sus correspondientes unidades de vegetación se procedió a la identificación de las comunidades que constituyen el contenido biótico de dichos pisos. Para su caracterización se ha seguido el método fitosociológico de la escuela sigmatista de Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979) integrando las premisas y conceptos del análisis dinámico catenal del paisaje (Alcaraz, 1996; Géhu, 1991; Géhu y Rivas-Martínez, 1982; Rivas-Martínez, 1976; 1987; 1994; 1997; Rivas-Martínez et al. 1999; Theurillat, 1992). Así, con base en criterios fisonómicos de la vegetación, y la posición de ésta en el paisaje, se efectuaron seis campañas de campo durante los años 2000 a 2005 en las cuales se realizaron cerca de 200 inventarios fitosociológicos. Para este trabajo se utilizaron 73 inventarios representativos de los diferentes tipos de vegetación potencial. Para la elección de las áreas a muestrear se siguió el criterio de área mínima de superficies florísticamente homogéneas (Westhoff y Maarel, 1980).

En la identificación de la flora se utilizó el Manual de Plantas Vasculares de Texas (Correll y Johnston, 1970), la Flora del Desierto Chihuahuense (Henrickson y Johnston, 2004) y la Flora de Coahuila (Villarreal, 2001). Como resultado de dichas exploraciones botánicas se publicó recientemente una flórula del territorio (González Costilla et al., 2007), misma que se ha seguido para los taxones aquí citados. El material recolectado e identificado está depositado en el Herbario del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

La terminología geobotánica utilizada para la caracterización y diagnosis de la vegetación sigue las propuestas y postulados de Rivas-Martínez (2007); en este sentido se adjunta un glosario sintético al final del trabajo (Anexo 1). El análisis, relación de cercanía y arreglo sintaxonómico de los diferentes grupos jerárquicos que conforman la vegetación del territorio están siendo tratados en un trabajo más amplio. Los nombres dados a las comunidades que conforman la potencialidad del territorio son provisionales y están pendientes de su revisión y efectiva publicación, misma que validará las asociaciones fitosociológicas que aquí son tratadas como comunidades. Pese a ello se ha considerado oportuno identificar las especies diagnósticas obtenidas del análisis

comparativo entre grupos y presentar descripciones sucintas y comentarios relativos a su composición, distribución y condiciones ecológicas.

RESULTADOS

Con base en los datos climatológicos referidos anteriormente se han obtenido los valores de los parámetros e índices de referencia que han permitido la caracterización bioclimática de las estaciones seleccionadas (Cuadro 2). Considerando además su altitud y ubicación geográfica, se ha establecido la diagnosis bioclimática y la correspondiente disposición catenal de la vegetación potencial del territorio. Así, con base en los valores obtenidos de It e Io se identificaron los termotipos y los ombrotipos representados y sus correspondientes cesuras altitudinales. En la figura 2 se muestran los diagramas bioclimáticos de cuatro estaciones meteorológicas representativas del territorio.

Cuadro 2. Parámetros, índices y adscripción bioclimática de las estaciones consideradas. Tp: Temperatura positiva; Pp: Precipitación positiva; It: Índice de termicidad; Io: Índice ombrotérmico.

Estación	Tp	Pp	It	Io	Termotipo y horizonte	Ombrotipo y horizonte
Aguas Blancas (NL)	1620	569.1	313	3.51	Supratropical inferior	Seco superior
Sierra Hermosa (Zac)	1788	352.8	329	1.98	Mesotropical superior	Semiárido superior
Coyotillos (SLP)	1856	344.6	345	1.94	Mesotropical superior	Semiárido superior
Mesillas (Zac)	1908	456.2	366	2.40	Mesotropical superior	Seco inferior
El Refugio (NL)	1896	235.4	369	1.24	Mesotropical superior	Semiárido inferior
Laguna Seca (SLP)	1908	442.9	374	2.32	Mesotropical superior	Seco inferior
Las Hormigas (Coah)	1920	434.4	374	2.26	Mesotropical superior	Seco inferior
La Victoria (SLP)	1784	300	380	1.59	Mesotropical superior	Semiárido superior
Conc. del Oro (Zac)	2014	442.1	382	2.21	Mesotropical superior	Seco inferior

Continuación. Cuadro 2.

Estación	Tp	Pp	It	Io	Termotipo y horizonte	Ombrotipo y horizonte
Villa García (Zac)	1944	440.6	388	2.26	Mesotropical superior	Seco inferior
Sn. José Coronado (SLP)	1884	400.5	393	2.12	Mesotropical superior	Seco inferior
Sn. Tiburcio (Zac)	2052	329.8	393	1.60	Mesotropical superior	Semiárido superior
Sn. Benito (Zac)	2016	324.2	395	1.61	Mesotropical superior	Semiárido superior
Cedral (SLP)	2064	402.3	398	1.95	Mesotropical inferior	Semiárido superior
La Cardoncita (SLP)	1944	253.9	402	1.31	Mesotropical inferior	Semiárido inferior
Gómez Farías (Coah)	2100	405.7	407	1.93	Mesotropical inferior	Semiárido superior
Sta. Ma. del Refugio (SLP)	2028	306	411	1.51	Mesotropical inferior	Semiárido superior
Vanegas (SLP)	2088	301.8	416	1.44	Mesotropical inferior	Semiárido inferior
La Maroma (SLP)	2112	350.9	419	1.66	Mesotropical inferior	Semiárido superior
Dr. Arroyo (NL)	2296	516.6	455	2.35	Mesotropical inferior	Seco inferior
Matehuala (SLP)	2316	486.2	468	2.10	Mesotropical inferior	Seco inferior
Mier y Noriega (NL)	2364	514	484	2.17	Mesotropical inferior	Seco inferior
Sta. Ana (NL)	2340	365.1	495	1.56	Mesotropical inferior	Semiárido superior
El Carmen (SLP)	2472	364	498	1,47	Termotropical superior	Semiárido inferior
Palo Blanco (SLP)	2376	294.5	499	1.24	Termotropical superior	Semiárido inferior
Tula (Tamps)	2412	409	501	1.69	Termotropical superior	Semiárido superior
El Huizache (SLP)	2486	377.6	529	1.51	Termotropical superior	Semiárido superior

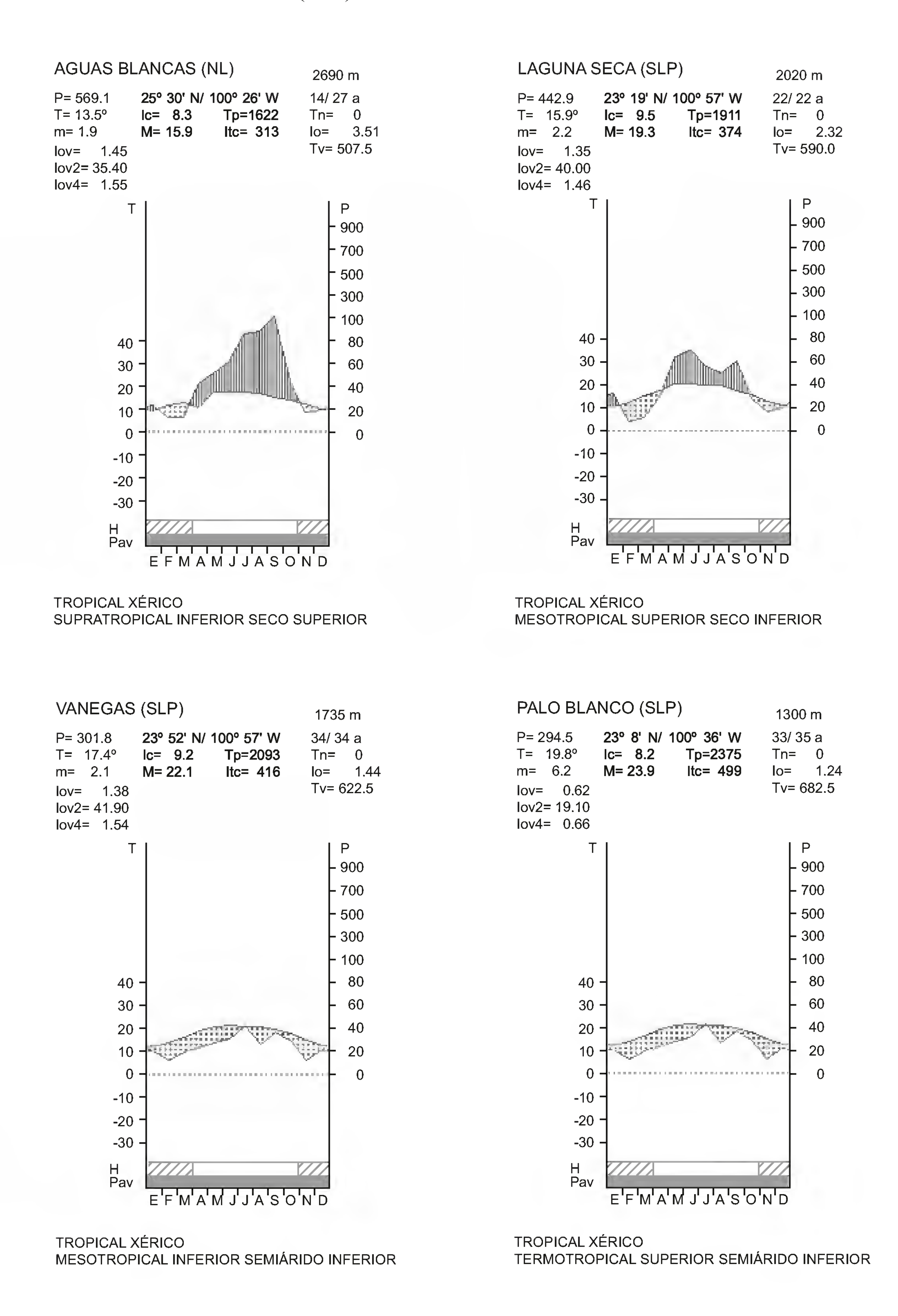


Fig. 2. Diagramas bioclimáticos de las estaciones de Aguas Blancas, Laguna Seca, Vanegas y Palo Blanco.

Dentro del macrobioclima Tropical se reconoce como bioclima predominante el Tropical Xérico (1.0 < Io <3.6); en áreas puntuales de las zonas altas (piso Supratropical) de la vertiente oriental de la Sierra asociada a los enclaves más húmedos, y por tanto con bosques más altos (mesobosques), se presenta asimismo el Tropical Pluviestacional (Io>3.6). Debido a la ausencia de estaciones en las zonas medias y altas de la Sierra se ha recurrido al cálculo teórico de los valores termoclimáticos, de acuerdo con las extrapolaciones dadas para el macrobioclima Tropical por Rivas-Martínez (2007) y que, para cada cien metros de aumento de la altitud suponen los siguientes incrementos: T: 0.6 ºC; M: 0.5 ºC; It: 13 unidades. Como resultado de aplicar dichas extrapolaciones en el territorio se han identificado los termotipos y horizontes presentes, así como sus correspondientes intervalos altitudinales (Cuadro 3).

Cuadro 3. A-Termotipos, horizontes, intervalos del It e intervalos altitudinales. B-Ombrotipos, horizontes e intervalos del Io.

A

Piso	Horizonte	Intervalo (It)	Intervalo altitudinal (m)
Termotropical	Superior	490-610	<1450
Mesotropical	Inferior	405-490	1450-1950
Mesotropical	Superior	320-405	1950-2450
Supratropical	Inferior	240-320	2450-2850
Supratropical	Superior	160-240	2850-3250

B

Ombrotipo	Horizonte	Intervalo Io
Semiárido	Inferior	1.1-1.5
Semiárido	Superior	1.6-2
Seco	Inferior	2.1-2.8
Seco	Superior	2.9-3.6
Subhúmedo	Inferior	3.7-4.9

Entre los termotipos, el Mesotropical es el más extendido en la región, donde ocupa la mayoría de las llanuras, piedemontes y laderas inferiores de la Sierra; el Supratropical se distribuye por las laderas y cumbres, mientras que el Termotropical se restringe a las áreas más bajas de la llanura situada al sur y sureste de Matehuala, asociado a las zonas deprimidas de los bolsones endorreicos.

En cuanto a los ombrotipos reconocidos (Cuadro 3), es el Semiárido el más representativo, seguido del Seco; el primero ocupa las planicies que bordean la Sierra, a excepción de algunos enclaves de la llanura oriental más lluviosos que se corresponden con el ombrotipo Seco; éste domina además las laderas y barrancas de las zonas medias y altas de la Sierra con orientación este o sureste y por tanto beneficiadas por la mayor incidencia de los alisios. En ciertos enclaves de las exposiciones anteriores favorecidos por la topografía, se presenta el ombrotipo subhúmedo, atendiendo al porte que presentan los árboles y a los valores ómbricos que arrojan estaciones situadas en ambientes análogos de territorios circundantes.

La combinación de los termotipos y ombrotipos reconocidos tiene su reflejo en la distribución altitudinal de los pisos de vegetación; a partir de esta consideración se ha procedido a la diagnosis de las distintas comunidades que constituyen la vegetación potencial en cada piso, haciendo especial hincapié en su caracterización bioclimática y florística y en sus requerimientos ecológicos. Para respaldar el análisis florístico de cada situación se presenta, a modo comparativo, una tabla sintética de las fitocenosis consideradas con las correspondientes especies diagnósticas (Anexo 2). A partir los datos obtenidos de la distribución altitudinal de las especies registradas en los inventarios, se han seleccionado los bioindicadores que caracterizan más fielmente los termotipos representados (Anexo 3).

El levantamiento de nuevos inventarios que se está realizando en otras zonas aledañas del altiplano potosino-zacatecano permitirá abordar la diagnosis fitosociológica y biogeográfica conducente al desarrollo de la propuesta sintaxonómica incluida en las clases dominantes en el paisaje vegetal del altiplano, la *Prosopido torreyanae-Fouquierietea splendentis* (Rivas-Martínez, 1997) y la *Querco hypoleucoidis-Pinetea cembroidis* (Inedit.).

Piso Supratropical

Este piso se distribuye por las partes medias y altas de la Sierra sobre la cota de 2450 m. El horizonte superior está restringido a las penillanuras y laderas asociadas a las cumbres de la Sierra, por encima de los 2850 m; en estas situaciones los ombrotipos que se presentan son el Seco inferior, hacia el norte, y el Seco superior en la porción meridional más húmeda. En ambos casos la vegetación climatófila reconocida está conformada por los encinares de la comunidad de *Quercus hintoniorum-Quercus greggii*. En el horizonte inferior, más ampliamente representado, están presentes dos tipos de bosques con distintos requerimientos ómbricos: los pinares de la comunidad de *Quercus pringlei-Pinus cembroides*,

ligados al ombrotipo Seco inferior, y los encinares de la comunidad *Quercus mexicana-Quercus laeta*, de ombrotipo Seco superior.

Comunidad de *Quercus hintoniorum-Quercus greggii*: Microbosque esclerófilo y subperennifolio conformado por micro y nanofanerófitos dispuestos de forma enmarañada y densa en un estrato arbustivo-arborescente; fisionómicamente están dominados por el chaparro prieto (*Quercus greggii*) y el encino chino (*Q. hintoniorum*) al que se incorporan *Arbutus xalapensis, Comarosthaphylis polifolia, Q. pringlei, Q. striatula* y elementos herbáceos como *Carex schiedeana, Eupatorium scorodonioides* y *Piptochaetium fimbriatum.* Su distribución altitudinal oscila entre los 2600 m y los 3200 m ocupando posiciones de cima y ladera convexa sobre suelos poco profundos. Dicha franja altitudinal se corresponde mayoritariamente con el horizonte Supratropical superior; el ombrotipo correspondiente es el Seco. En las posiciones más umbrías y expuestas a los alisios -ombrotipo probablemente subhúmedo- la talla de los encinos se incrementa y se incorpora a la comunidad el ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*), llegando a codominar fisionómicamente con aquellos; esta situación permite diferenciar una variante de *C. arizonica* vinculada a dichas condiciones; en estos enclaves no parece que el sustrato sea determinante en la aparición de dicho taxon.

La destrucción o alteración de la comunidad por deforestación, fuego y/o sobrepastoreo, trae consigo la disminución o desaparición de las especies características, dando paso a un chaparral ralo y enmarañado dominado por el encino chamizo *Quercus striatula* y al que suelen acompañar *Agave gentryi* y *Piptochaetium fimbriatum.* A medida que se desciende en altitud estos bosques tienden a ser sustituidos por representantes de las comunidades de *Quercus pringlei-Pinus cembroides* y de *Quercus mexicana-Quercus laeta,* cuya prevalencia territorial depende de la cuantía de las precipitaciones.

Comunidad de *Quercus pringlei-Pinus cembroides*: Micro-mesobosque semicerrado dominado por el pino piñonero (*Pinus cembroides*) al que acompañan formando parte del sotobosque micro y nanofanerófitos como *Ceanothus greggii, Comarostaphylis polifolia, Eupatorium scorodonioides, Lindleya mespiloides, Ptelea trifoliata, Quercus pringlei, Sophora secundiflora* y *Yucca carnerosana.* Constituye la vegetación climatófila desarrollada sobre laderas calizas en la franja comprendida entre los 2200 m y los 2800 m, correspondiente con los termotipos Supratropical inferior y Mesotropical superior; en el primer caso el ombrotipo es el Seco inferior, y en el segundo es el Semiárido superior. Los aclareos efectuados en la comunidad

para obtención de leña y madera provocan la aparición de elementos rosulados y micrófilos procedentes de las comunidades del matorral xerófilo vecino con el que colinda en las cotas más bajas.

Comunidad de *Quercus mexicana-Quercus laeta*: Micro (meso) bosque esclerófilo y subperennifolio presidido por el encino colorado (*Quercus laeta*) y el encino mexicano (*Quercus mexicana*). Bajo su dosel se desarrolla un estrato arbustivo abierto con presencia de *Amelanchier denticulada, Comarostaphylis polifolia, Lindleya mespiloides, Quercus pringlei, Q. eduardi* y *Rhus pachyrrhachis*, y otro herbáceo en el que destacan *Aristida adscensionis, A. divaricata, Bouteloua curtipendula, Brickellia veronicifolia, Piptochaetium fimbriatum* y *Pithecellobium elastichophyllum*. Altitudinalmente se distribuye entre los 2000 y los 2600 m en la vertiente oriental de la Sierra. Esta posición se corresponde con los horizontes Supratropical inferior y Mesotropical superior; en ambas situaciones el ombrotipo correspondiente es el Seco.

En el seno de la comunidad se reconoce una variante umbrófila ligada a las barrancas más elevadas y húmedas de dicha franja altitudinal (ombrotipo probablemente subhúmedo) con presencia notable de especies nemorales como *Carex schiedeana, Discocrania disciflora, Litsea glaucescens* o *Quercus hintoniorum,* y de individuos arbóreos que sobrepasan los 15 m de altura, situación que se ha identificado como una variante de *Discocrania disciflora.*

Piso Mesotropical

Abarca la mayor parte de las planicies que bordean la Sierra así como sus piedemontes y laderas anexas. Comprende la franja altitudinal situada entre los 1450 m y los 2450 m., en la cual están representados los horizontes superior e inferior. Los ombrotipos reconocidos se corresponden con el Seco inferior, presente en los piedemontes y laderas del sur y el este de la Sierra y el Semiárido, dominante en buena parte de las planicies. Bajo condiciones ómbricas favorables (ombrotipos Seco y puntualmente Semiárido superior) aparecen, en el horizonte superior de este piso, representaciones de los bosques de las comunidades de *Quercus mexicana-Quercus laeta* y de *Quercus pringlei-Pinus cembroides.* En el resto del territorio adscrito a este piso la vegetación potencial está constituida por las siguientes comunidades:

Comunidad de *Echinocactus platyacanthus-Gochnatia hypoleuca*: Microbosque subperennifolio integrado por nano y microfanerófitos tanto micrófilos como

suculentos y doliformes, y caméfitos rosulados y sufruticosos. Como elementos más representativos están: *Fraxinus greggii, Karwinskia mollis, Brickelia veronicifolia, Salvia ballotifolia, Opuntia stenopetala, Agave lechuguilla, Agave striata* var. *striata* y *Ferocactus pilosus.* Se presenta sobre lomeríos, laderas y piedemontes calizos del tercio oriental de la región estudiada, incluyendo la vertiente este de la Sierra. La franja altitudinal que ocupa está comprendida entre los 1700 y los 2000 m, correspondiendo mayoritariamente con el horizonte inferior del piso Mesotropical de ombrotipo Semiárido superior.

Comunidad de *Eupatorium espinosarum-Juniperus erythrocarpa*: Microbosque dominado por el táscate de Coahuila (*Juniperus erythrocarpa*) al que acompañan micro y nano-fanerófitos entremezclados en el estrato dominante o dispuestos en el sotobosque, entre los que destacan *Berberis trifoliolata, Chaptalia seemannii, Eupatorium espinosarum, Quercus eduardi, Rhus pachyrrhachis* y *Sophora secundiflora.* Frecuentemente esta comunidad forma manchas discontinuas dejando espacios abiertos que son ocupados por zacates como *Bouteloua curtipendula, B. hirsuta, B. gracilis, Lycurus phleoides* y *Stipa eminens,* y nanofanerófitos y caméfitos suculentos, micrófilos o rosulados como *Agave asperrima, A. lechuguilla, Brickellia veronicifolia, Jatropha dioica, Mimosa aculeaticarpa, M. biuncifera* y *Opuntia stenopetala,* entre otras.

La comunidad se localiza preferentemente en ciertos enclaves del oriente de la Sierra asociados a depósitos coluviales de naturaleza caliza situados en los piedemontes y bajadas cóncavas de pendientes suaves. Altitudinalmente se distribuye entre los 1800 y 2300 m, intervalo que se corresponde con el horizonte superior del piso Mesotropical y puntualmente con el horizonte inferior; el ombrotipo con el que se relaciona es el Seco inferior.

Comunidad de *Yucca filifera-Prosopis laevigata*: Microbosque espinoso dominado por el mezquite (*Prosopis laevigata*) y otros arbustos micrófilos o suculentos (*Celtis pallida, Citharexylum brachyanthum, Forestiera angustifolia, Flourensia cernua, Koeberlinia spinosa, Larrea tridentata, Opuntia engelmannii, O. imbricada* y *Rhus microphylla*). Como elementos caulirrosulados emergentes se intercalan el izote loco (*Yucca filifera*) y la palma ixtlera (*Y. carnerosana*). Se distribuye a lo largo de los bolsones, bajadas y abanicos aluviales con pendientes nulas o muy ligeras, sobre suelos de escasa pedregosidad de tipo xerosol. Ocupa la franja altitudinal comprendida entre los 1200 y los 2000 m, siempre sobre sustratos que presenten las anteriores condiciones. Dicha banda se corresponde con los

horizontes Mesotropical inferior y Termotropical superior; en ambas situaciones el ombrotipo es Semiárido.

Ligada a situaciones de mayor pedregosidad y pendiente se incorporan especies como *Hechtia glomerata, Echinocactus platyacanthus, Agave lechuguilla, Salvia ballotiflora, Mimosa aculeaticarpa* o *Euphorbia antisiphylitica*, entre otras. Por lo general ello conlleva a que las especies típicas de la comunidad se presenten con una menor cobertura o incluso desaparezcan en algunos casos. Esta situación se ha identificado como subcomunidad de *Echinocactus platyacanthus*, cuya diagnosis boiclimática es semejante a la de la comunidad. Por último, y también en su seno, se reconoce una situación presente al occidente y septentrión de la Sierra bajo ombroclima Semiárido inferior; viene caracterizada por la incorporación de *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* y, en menor medida, *Fouquieria splendens*, y por la desaparición casi total de *Celtis pallida* y *Prosopis laevigata*. Esta particularidad se ha identificado como variante de *Prosopis glandulosa*.

Comunidad de *Opuntia streptacantha-Opuntia leucotricha*: Arbusteda -nopalera- dominada por nano y microfanerófitos suculentos de tallos articulados (*Opuntia* sp. div.), y por otros frútices ocasionalmente espinosos y de bajo porte. Como especies más representativas de la comunidad destacan *Acacia schaffneri, Dalea tuberculata, Forestiera angustifolia, Jatropha dioica, Mimosa aculeaticarpa, Opuntia leucotricha, O. streptacantha* y *O. engelmannii*; esporádicamente emergen individuos de *Prosopis laevigata, Yucca carnerosana* y *Y. filifera*. El estrato inferior está conformado por distintos zacates como *Bouteloua gacilis, B. curtipendula* y herbáceas como *Castilleja mexicana, Ipomoea purpurea, Tragia ramosa* y *Zaluzania triloba*.

La comunidad se presenta confinada en las mesas, edificios y laderas de origen volcánico que salpican el sur de la zona de estudio y en donde puntualmente se incorporan depósitos coluviales calizos. Estos enclaves suelen tener pendientes irregulares y escalonadas de hasta 40%, o bien disponerse en superficies casi planas; en cualquier caso originan suelos poco evolucionados, de tipo leptosol o regosol. Su distribución altitudinal está comprendida entre los 1700 y los 2200 m, correspondiéndose con el piso Mesotropical de ombrotipo Semiárido.

Piso Termotropical

Se distribuye a lo largo de las laderas y bajíos situados al sur de Matehuala por debajo de la cota de los 1450 m aproximadamente, en donde únicamente se

reconoce el horizonte superior; en las tierras bajas de la vecina Huasteca tamaulipeca es donde se presenta el horizonte Termotropical inferior (G. Azcárate et al. 1999). Los ombrotipos representados son el Semiárido superior y el Seco inferior, en función de la exposición particular del territorio a los vientos alisios. En este contexto bioclimático la estructura de la vegetación climatófila se corresponde con micro-meso bosques dominados por elementos micrófilos y caulirrosulados. Por la extensión que ocupa, la comunidad más representativa de este piso es la *Yucca filifera-Prosopis laevigata* descrita anteriormente. Las otras agrupaciones reconocidas son:

Subcomunidad de *Echinocactus platyacanthus-Helietta parvifolia*: Constituye una arbusteda semejante a la comentada más atrás y en la que se incorporan un paquete de plantas termófilas diferenciales de la subcomunidad; *Helietta parvifolia* es su elemento más conspicuo. El resto de las especies diferenciales que la acompañan son: *Agave striata*, *Acacia berlandieri, Bauhinia uniflora, Dasyliron longissimum*; paralelamente la presencia de *Gochnatia hypoleuca* tiende a reducirse notablemente. Se localiza preferentemente sobre laderas calizas situadas aproximadamente por debajo de la cota de los 1600 m. Bioclimáticamente se distribuye en los horizontes Termotropical superior y Mesotropical inferior. En ambas situaciones el ombrotipo correspondiente oscila entre el Semiárido superior y el Seco inferior.

Comunidad de *Lycium berlandieri-Celtis reticulata*: Micro-mesobosque de carácter freatófilo dominado por el palo blanco (*Celtis reticulata*), el mezquite (*Prosopis laevigata*) y por arbustos micrófilos como *Acacia farnesiana, Aloysia lycioides, Celtis pallida, Condalia mexicana, Ephedra pedunculata, Lycium berlandieri, Maytenus phyllanthoides, Prosopis glandulosa* var. *torreyana* y *Rhus microphylla*. Su dependencia por el agua subterránea hace que esté ligada a playas, hoyas, arroyos temporales u ojos de agua donde ésta rezuma cuando hay sobrecarga del acuífero. Actualmente la comunidad conforma bosquetes discontinuos y aclarados dispuestos en mosaicos junto a pastizales gipsófilos y matorrales degradados. Estos parches constituyen retazos de lo que antaño debía ser una masa forestal continuada a lo largo de dichas planicies. En el territorio ocupa una estrecha banda altitudinal comprendida entre los 1200 y los 1450 m; esta franja se corresponde con el horizonte superior del piso Termotropical, con ombrotipo Semiárido superior.

CONCLUSIONES

El análisis de la composición y distribución de las comunidades que constituyen los distintos tipos de vegetación potencial, junto con la diagnosis bioclimática del territorio, ha permitido establecer el modelo catenal de pisos de vegetación. Diversos aspectos de carácter geomorfológico, edáfico y de exposición matizan y ajustan las delimitaciones establecidas en dicho modelo de vegetación; en este sentido, fueron de especial relevancia los aspectos relacionados con la naturaleza del sustrato, el tipo de relieve y la incidencia de los alisios. Para respaldar gráficamente lo aquí planteado se presentan dos catenas que reflejan la distribución de los diferentes tipos de vegetación potencial identificados, los cuales se corresponden con las comunidades anteriormente descritas (Figs. 3 y 4).

Se han reconocido, dentro del macrobioclima Tropical, los bioclimas Tropical Xérico y Tropical Pluviestacional. El primero es el de más amplia distribución; en él se han identificado los termotipos Termotropical, Mesotropical y Supratropical, y los ombrotipos Semiárido y Seco. Por el contrario el bioclima Tropical Pluviestacional se limita a enclaves topográficamente favorecidos donde los alisios del este descargan las mayores precipitaciones en la vertiente oriental de la Sierra; esta situación se corresponde con el piso bioclimático Supratropical subhúmedo.

Como respuesta a las distintas combinaciones establecidas entre termotipos y ombrotipos, la vegetación potencial se organiza en diferentes tipos estructurales de mesobosques, microbosques, nanobosques (o altifruticedas) y mesofruticedas con emergentes, siguiendo una tendencia decreciente del índice ombrotérmico. Los primeros se localizan en el piso Supratropical bajo las condiciones climáticas anteriormente comentadas; se corresponden con la agrupación forestal *Quercus mexicana-Quercus laeta*. El resto de las comunidades arbóreas reconocidas en dicho piso se relacionan estructuralmente con los microbosques *Quercus pringlei-Pinus cembroides,* y *Quercus hintoniorum-Quercus greggii*. Un caso excepcional incluido dentro de los bosques es la comunidad de *Lycium berlandieri-Celtis reticulata*; la explotación del agua freática por parte de los elementos arbóreos hace que el porte y la biomasa de la vegetación no se corresponda con lo esperado desde el punto de vista bioclimático. Lo mismo sucede con algunos inventarios relacionados con la de *Yucca filifera-Prosopis laevigata* donde los mezquites pueden alcanzar tamaños notables debido a lo accesible del agua subterránea.

Las arbustedas arborescentes se localizan en el piso Mesotropical (y puntualmente Termotropical) ocupando, desde el punto de vista estructural y bioclimático, una posición intermedia entre los microbosques y los matorrales. En función de sus

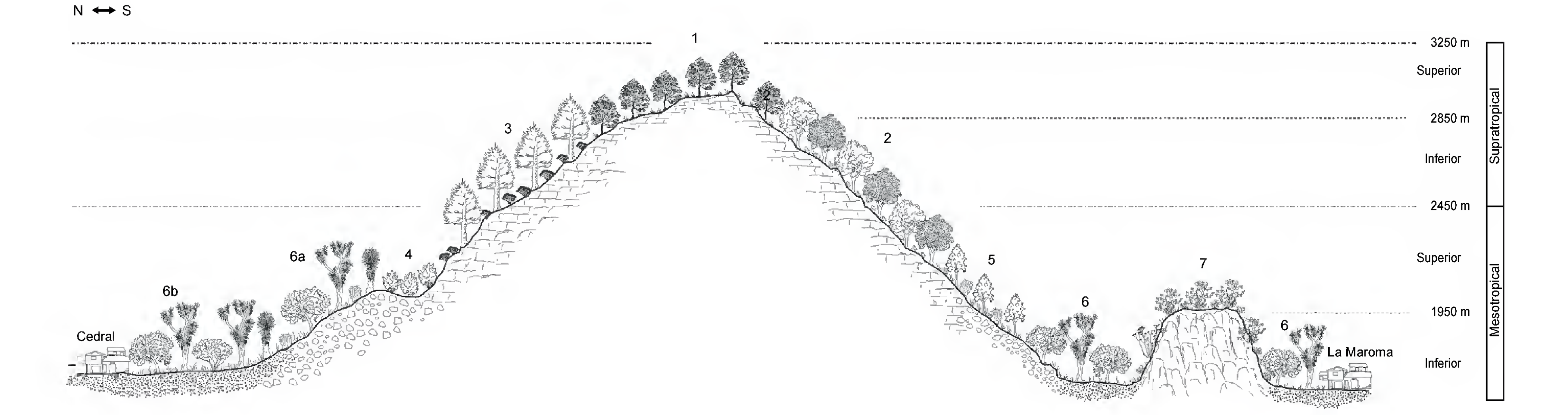


Fig. 4. Catena de vegetación y pisos bioclimáticos a lo largo del transecto N-S por el área de estudio. 1. Comunidad de *Quercus hintoniorum-Quercus greggii*. 1a. Variante de *Cupressus arizonica*. 2. Comunidad de *Quercus mexicana-Quercus laeta*. 3. Comunidad de *Quercus pringlei-Pinus cembroides*. 4. Comunidad de *Eupatorium espinosarum-Juniperus erythrocarpa*. 5. Comunidad de *Echinocactus platyacanthus-Gochnatia hypoleuca*. 5a. Subcomunidad de *Echinocactus platyacanthus-Helietta parvifolia*. 6. Comunidad de *Yucca filifera-Prosopis laevigata*. 6a. Subcomunidad de *Echinocactus platyacanthus*. 6b. Variante de *Prosopis glandulosa*. 7. Comunidad de *Opuntia streptacantha-Opuntia leucotricha*.

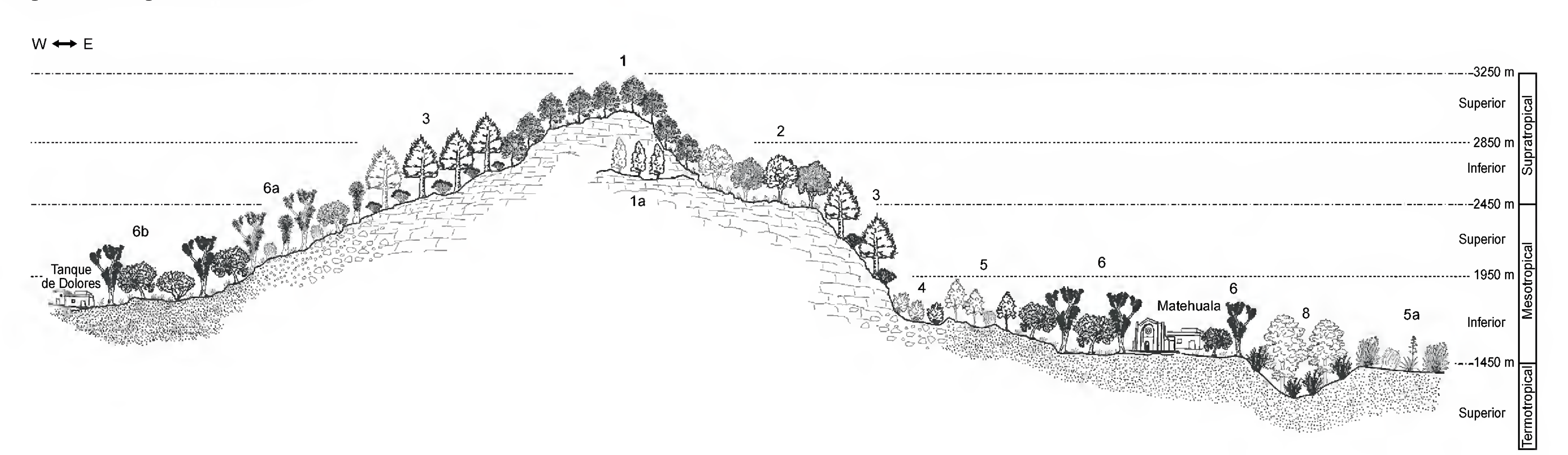


Fig. 3. Catena de vegetación y pisos bioclimáticos a lo largo del transecto O-E por el área de estudio. 1. Comunidad de *Quercus hintoniorum-Quercus greggii*. 1a. Variante de *Cupressus arizonica*. 2. Comunidad de *Quercus mexicana-Quercus laeta*. 3. Comunidad de *Quercus pringlei-Pinus cembroides*. 4. Comunidad de *Eupatorium espinosarum-Juniperus erythrocarpa*. 5. Comunidad de *Echinocactus platyacanthus-Gochnatia hypoleuca*. 5a. Subcomunidad de *Helietta parvifolia*. 6. Comunidad de *Yucca filifera-Prosopis laevigata*. 6a. Subcomunidad de *Echinocactus platyacanthus*. 6b. Variante de *Prosopis glandulosa*. 8. Comunidad de *Lycium berlandieri-Celtis reticulata*.

requerimientos ecológicos y bioclimáticos, y de su composición florística, se han identificado las agrupaciones *Echinocactus platyacanthus-Gochnatia hypoleuca*, *Eupatorium espinosarum-Juniperus erythrocarpae* y la subcomunidad de *Helietta parvifolia* vinculada a la primera. Otras comunidades arbustivas con emergentes, de un menor requerimiento ómbrico y de menor biomasa que las anteriores, son las reconocidas como *Opuntia streptacantha-Opuntia leucotricha*, de óptimo Mesotropical, y *Yucca filifera-Prosopis laevigata* con distribución tanto Meso como Termotropical.

Finalmente, hay que resaltar la importancia del planteamiento aquí presentado de cara a activar políticas y proyectos relacionados con la restauración de la cubierta vegetal. Por muchos años la Sierra de Catorce, y en particular sus bosques y arbustedas, se han visto afectados por la actividad minera y ganadera, quedando de manifiesto notables procesos de degradación de la vegetación y los suelos. Su reversión es tarea pendiente que unos y otros desde distintos ámbitos debemos promover y desarrollar. Por otro lado, las bondades de trabajos como este han probado ser la base para vincular de manera rigurosa estudios de vegetación con esquemas de manejo y ordenamiento territorial a la luz de los cambios por el calentamiento global y otros temas de relevancia ambiental.

AGRADECIMIENTOS

A José García Pérez, encargado del Herbario del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por brindarnos su experiencia y opinión en la determinación de las colectas. Conservación Humana, Asociación Civil nos proporcionó apoyo logístico y financiero durante los trabajos de campo. A la Dirección General de Educación Tecnológica e Industrial (Secretaría de Educación Pública) y a la Universidad de Santiago de Compostela por el apoyo y las facilidades otorgadas durante los trabajos de campo y gabinete. A dos árbitros anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias.

LITERATURA CITADA

Alcaraz, F. 1996. Fitosociología integrada, paisaje y biogeografía. In: Loidi, J. (ed.). Avances en Fitosociología. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Zarautz. pp. 59-94.

Alcaraz, F. 2006. Programa BIOCLIMA. Universidad de Murcia.

Almeida, L., J. G. Azcárate, A. M. Cleef y A. González Trápaga. 2004. Las comunidades vegetales del zacatonal alpino de los volcanes Popocatépetl y Nevado de Toluca, región central de México. Phytocoen. 34(1): 91-132.

Amigo, J. y R. Ramírez. 1998. A bioclimatic classification of Chile: Woodland communities in the temperate zone. Plant Ecol. 136: 6-26.

Anónimo. 2001. Anuario estadístico del estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes.

Anónimo. 2002. Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística y Geografía y Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Aguascalientes. 112 pp.

Anónimo. 2006. Extractor rápido de información climatológica. ERIC III. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-IMTA-.

Aubréville, A. 1962. Temas fitogeográficos. 1 Clasificación fisionómica y florística de las formaciones vegetales tropicales. 2 Clasificación ecológica de las formaciones vegetales tropicales. 3 Clasificación de las principales formaciones vegetales de México. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables Asociación Civil. México, D.F. 64 pp.

Barber, A., J. Tun y M. Crespo. 2001. A new approach on the bioclimatology and potential vegetation of the Yucatán Peninsula (México). Phytocoen. 31(1): 1-31.

Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. Blume. Madrid. 820 pp.

Correll, D. S. y M. C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Reseach Fondation. Renner. 1881 pp.

Costa, M., A. Cegarra, L. Lugo, J. Lozada, J. Guevara y P. Soriano. 2007. The bioclimatic belts of the Venezuelan Andes in the state of Merida. Phytocoen. 37(3-4): 711-738.

Delgadillo, J. 1995. Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos y México). Memoria Doctoral. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid. 566 pp.

Escamilla, M., J. G. Azcárate, L. Vázquez y L. Almeida. 1998. La vegetación de la alta montaña del volcán Iztaccíhuatl, México, y su relación con el medio. Resúmenes del VII Congreso Latinoamericano de Botánica. México D.F.

Escamilla, M., L. Almeida y J. G. Azcárate. 2002. Las comunidades tropoalpinas del volcán Popocatépetl, y su relación con el medio. In: Gómez, F. y J. Mota (eds.). Vegetación y cambios climáticos. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Almería. pp. 71-84.

Galán de Mera, A, A. González y C. Cáceres. 2003. La vegetación de la alta montaña andina del sur del Perú. Acta Bot. Malacitana 28: 121-147.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Libros nº 6. México, D.F. 90 pp.

García, E., R. Vidal, y M. E. Hernández. 1990. Regiones climáticas. Climas. IV.4.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:16.000.000. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Géhu, J. M. 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. Théorie et méthodologie. Coll. Phytosociol. 17: 11-46.

Géhu, J. M. y S. Rivas-Martínez. 1982. Notions fondamentales de phytosociologie. Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde. Syntaxonomia 5-33.

G. Azcárate, J., M. Escamilla y A. Velázquez. 1997. Fitosociología y sucesión en el volcán Paricutín (Michoacán, México). Caldasia 19(3): 487-505.

G. Azcárate, J. y M. Escamilla. 1999. Las comunidades edafoxerófilas (enebrales y zacatonales) en las montañas del centro de México. Phytocoen. 29(4): 449-468.

G. Azcárate, J., S. Rivas-Martínez y A. Penas. 1999. Mapa bioclimático de México. 42 Annual Symposium of de IAVS. Bilbao.

G. Azcárate, J., I. Ramírez y M. Pinto. 2003. Las comunidades vegetales de la Sierra de Angangueo (Estados de Michoacán y México, México): clasificación, composición y distribución. Lazaroa 24: 87-111.

González Costilla, O. 2006. Relación entre bioclima y vegetación en la Sierra de Catorce y territorios adyacentes (Altiplano norte del estado de San Luis Potosí, México). Memoria Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 321 pp.

González Costilla, O., J. G. Azcárate, J. García y R. Aguirre. 2007. Flórula vascular de la Sierra de Catorce y territorios adyacentes. Acta Bot. Mex. 78: 1-38.

González Medrano, F. 2003. Las comunidades vegetales de México. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F. 77 pp.

González Quintero, L. 1974. Tipos de vegetación de México. In: Lorenzo, J. L. (ed.). El escenario geográfico de México, panorama histórico y cultural II: Secretaría de Educación Pública e Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. pp. 109-218.

Henrickson, J. y M. C. Johnston. 2004. (manuscripts) A flora of the Chihuahuan Desert Region. The University of Texas. Austin, Texas.

Köppen, W. 1936. Das geographische System der Klimate. In: Köppen, W. & R. Geider (eds.). Handbuch der Klimatologie. Band I, Teil C. Gebrüder Bornträger. Berlín. 44 pp.

Luebert, F. y P. Pliscoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 316 pp.

Medellín, F. 1982. The Chihuahuan Desert. In: Bender, G. L. (ed.). Reference handbook on the deserts of North America. Greenwood Press. West Port. pp. 321-381.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.

Morafka, D. J. 1977. A biogeographycal analysis of the Chihuahuan Desert through its herpetofauna. Biogeografica 9: 1-320.

Navarro, G. y M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba. 719 pp.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre y J. Álvarez. 1994a. Vegetation formations and associations of the zonobiomes along the North American Pacific coast. Vegetatio 114: 123-135.

Peinado, M., C. Bartolomé, J. Delgadillo e I. Aguado. 1994b. Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. Acta Bot. Mex. 29: 1-30.
Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre y J. Delgadillo. 1997. Phytosociological, bioclimatic and biogeographical classification of woody climax communities of western North America. Jour. Veg. Sci. 8: 505-528.
Raisz, E. 1959. Landforms of México. Escale 1: 3000.000. Map prepared for the Geography Branch of the Office of Naval Research. Cambridge, Massachussetts.
Rivas-Martínez, S. 1976. Sinfitosociología, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. Anal. Inst. Bot. Cavanilles 33: 179-188.
Rivas-Martínez, S. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España 1: 400,000. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Instituto de Conservación de la Naturaleza (Serie Técnica). Madrid. 268 pp.
Rivas-Martínez, S. 1994. Dynamic-zonal phytosociology as landscape science. Phytocoen. 24: 23-25.
Rivas-Martínez, S. 1997. Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, I (Compendio sintaxonómico de la vegetación natural potencial de Norteamérica, I). Itinera Geobot. 10: 5-148.
Rivas-Martínez, S. 2004. Sinopsis biogeográfica, bioclimática y vegetacional de América del Norte. Fitosociol. 41(1) suppl. 2: 19-52.
Rivas-Martínez, S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial de España. Parte I. Itinera Geobot. 17: 5-436.
Rivas-Martínez, S., D. Sánchez-Mata y M. Costa. 1999. North American boreal and western temperate forest vegetation (Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, II). Itinera Geobot. 12: 5-316.
Roig, F., E. Abraham y E. Méndez. 2007. Vegetation belts, cold and soil freezing in the Central Andes of Mendoza, Argentina. Phytocoen. 37(1): 99-114.
Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.
Rzedowski, J. y T. Reyna-Trujillo. 1990. Divisiones florísticas en: Tópicos fitogeográficos (provincias, matorral xerófilo y cactáceas). IV.8.3. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 8.000.000. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
Theurillat, J. P. 1992. L'analyse du paisage végétal en symphytosociologie: ses niveaux et leur domains spatiaux. Bull. Ecol. 23(1-2): 83-92.
Villarreal, J. A. 2001. Flora de Coahuila (Listados Florísticos de México. XXIII). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 138 pp.
Westhoff, V. y Maarel E. van der. 1980. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R. H. (ed.). Classification of plant communities. Dr. W. Junk bv Publishers. La Haya. pp. 287-399.

Recibido en febrero de 2009.

Aceptado en octubre de 2010.

ANEXO 1

Glosario de términos usados en el escrito.

Arbusteda. Comunidad vegetal estructurada por arbustos o frútices; se puede denominar también fruticeda o matorral.

Asociación. Tipo de comunidad vegetal que posee unas peculiares cualidades florísticas (especies características y diferenciales), ecológicas, biogeográficas, dinámicas e históricas. A su conocimiento se llega mediante el estudio comparativo de los individuos de asociación (inventarios o relevés).

Bioclima. Cada uno de los tipos de clima que se pueden reconocer en función de los valores umbrales del conjunto de factores climáticos, parámetros e índices bioclimáticos, que influyen en el desarrollo y distribución de las especies y comunidades vegetales en la Tierra. En el sistema de clasificación bioclimática empleado el bioclima representa la unidad básica de referencia tipológica, debajo de la de mayor rango que es el macrobioclima. Formalmente, se reconocen 5 macrobioclimas (Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar) y 28 bioclimas. Para el macrobioclima Tropical se reconocen 5 bioclimas: Pluvial, Pluviestacional, Xérico, Desértico e Hiperdesértico. Cada uno de ellos posee formaciones vegetales, biomas, biocenosis y comunidades vegetales propias.

Bioclimatología. Ciencia geobotánica que estudia la reciprocidad entre el clima y la distribución de los seres vivos y de sus comunidades en la Tierra. Esta disciplina comenzó a estructurarse a partir de la relación de los valores numéricos del clima (temperatura y precipitación) con los areales de las plantas y las formaciones vegetales, para añadir más adelante información de las biogeocenosis y conocimientos procedentes de la fitosociología dinámico-catenal, es decir, de las series, geoseries y geopermaseries de vegetación. El fin último es el de disponer de una clasificación bioclimática de la Tierra que tenga jurisdicción en toda la geobiosfera, fácilmente cuantificable, que muestre una relación ajustada entre los componentes vegetacionales y los valores del clima; al tiempo que, habida cuenta el elevado valor predictivo de las unidades bioclimáticas, puedan utilizarse en otras ciencias, en los programas de estudio y conservación de la biodiversidad, así como en la obtención de recursos agrícolas y forestales.

Bosque. Terreno poblado por árboles y las comunidades que originan. Por su tamaño, cuando son maduros, se pueden reconocer: megabosques > 50 m, macrobosques 22-50 m, mesobosques 12-22 m, microbosques 5-12 m y nanobosques o fruticedas arborescentes < 5 m. Según estén separadas o unidas entre si las copas y ramas de los árboles se distingue entre bosques abiertos y bosques cerrados. Por la persistencia o duración de las hojas se distingue entre bosques caducifolios, cuando se desprenden o marchitan al unísono cada año, y bosques perennifolios cuando las hojas duran en el árbol al menos un año completo. En función de su naturalidad o alteración se puede distinguir entre bosques primitivos o vírgenes (nunca explotados por el hombre), los bosques primarios o potenciales (en equilibrio con las condiciones mesológicas actuales) y bosques secundarios o de sustitución (de crecimiento rápido y maderas blandas por sucesión secundaria temporal).

Catena. Conjunto de comunidades vegetales contiguas ordenadas en función de algún factor ecológico cambiante (temperatura, humedad, topografía, etcétera).

Cliserie. Término geobotánico que expresa la zonación o disposición catenal de las comunidades vegetales, determinada por la modificación altitudinal o latitudinal del clima: cliseries altitudinales (alticliseries u orocliseries) y cliseries latitudinales (laticliseries). Su adjetivo es cliserial.

Comunidad vegetal. Conjuntos más o menos homogéneos de plantas pertenecientes a diferentes taxones, que cohabitan en un área o medio determinado; sus dos rasgos básicos son su identidad biotípica o aspecto fisionómico determinado y composición florística peculiar. Sinónimo de fitocenosis.

Fruticeda. Comunidad vegetal estructurada por frútices o arbustos, sobre todo por los de tamaño medio 0.5-2 m (mesofruticedas). Las de pequeño tamaño <0.5 m se pueden denominar microfruticedas y a las de tamaño inferior a 20 cm nanofruticedas. Las comunidades formadas por arbustos de 2-5 m se denominan altifruticedas o fruticedas arborescentes.

Macrobioclima. Unidad tipológica de mayor rango que se reconoce en la clasificación bioclimática. Se trata de modelos biofísicos eclécticos, delimitados por determinados valores latitudinales, climáticos y vegetacionales, que poseen una amplia jurisdicción territorial y que están relacionados con los grandes tipos de climas y de biomas, así como con algunas regiones biogeográficas de la Tierra. Los cinco macrobioclimas son: Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar. En cada uno de ellos, por sus peculiaridades climáticas y vegetacionales, se distinguen unidades subordinadas o bioclimas.

Matorral. En su acepción amplia corresponde a formaciones vegetales constituidas por matas de hasta 3 m de altura. Con frecuencia se utiliza tanto para las comunidades más altas: matorrales altos >2 m (macrofruticedas), como para los matorrales medianos 0.5-2.0 m (mesofruticedas) y para los matorrales pequeños <0.5 m (microfruticedas o nanofruticedas). Algunos prefieren restringir el término matorral a las formaciones de arbustos pequeños o a lo sumo medianos.

Ombroclima. Parte del clima que se refiere a la precipitación líquida o sólida. En la clasificación bioclimática, más que el valor medio de la precipitación medida en pluviómetro, se emplea como expresión del ombrotipo la razón ombroclimática [precipitación positiva / temperatura positiva] que se define como índice ombrotérmico (Io).

Ombrotipo. Categoría relacionadas con determinados valores umbrales del índice ombrotérmico. Los tipos ómbricos que se reconocen son: ultrahiperárido, hiperárido, árido, semiárido, seco, subhúmedo, húmedo, hiperhúmedo y ultrahiperhúmedo.

Piso bioclimático. Cada uno de los tipos bioclimáticos condicionados por la altitud o la latitud. Se delimitan en función de los factores termoclimáticos (termotipos, It, Itc, Tp) y ombroclimáticos (ombrotipos, Io). Cada piso bioclimático posee unas determinadas formaciones y comunidades vegetales, lo que ha dado lugar a la expresión pisos de vegetación.

Piso de vegetación. Cada uno de los complejos de comunidades vegetales o series de vegetación que se escalonan en una cliserie actitudinal.

Termófilo. Se dice de plantas y comunidades vegetales que requieren o muestran afinidades por las estaciones o ambientes más cálidos de un territorio. Se opone a psicrófilo.

Termotipo. Categoría térmica del clima que considera distintos parámetros e índices de temperatura. Por conveniencias de nivel global, derivadas de sus peculiaridades climáticas y vegetacionales, se reconoce una secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos (termopisos) en cada uno de los macrobioclimas: infra-, termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido. Para una concordancia más afinada con la vegetación, a veces es necesario distinguir en los pisos bioclimáticos la parte inferior y superior de sus intervalos térmicos, que denominamos horizontes bioclimáticos termotípicos.

Vegetación potencial. Vegetación estable que existiría en un área dada como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si la influencia atropozoógena dejara de condicionarla.

Zonación altitudinal. Distribución de la vegetación en pisos o cinturas en función de las condiciones cambiantes con la altitud. Es un caso particular del fenómeno catenal. Con el mismo sentido se emplea el término de catena altitudinal, cliserie altitudinal o geosigmetum cliserial.

ANEXO 2

Comunidades representadas en el territorio. En números romanos se expresan las frecuencias de aparición de las especies diagnósticas, resaltadas con fondo gris, con respecto al número de inventarios considerados para cada comunidad. Clases o índices de frecuencia: I: 1-19%; II: 20-39%; III: 40-59%; IV: 60-79%; V: 80-100%). Comunidades: 1. Comunidad de *Quercus hintoniorum-Quercus greggii*. 2. Com. de *Quercus pringlei-Pinus cembroides*. 3. Com. de *Quercus mexicana-Quercus laeta*. 4. Com. de *Eupatorium espinosarum-Juniperus erythrocarpa*. 5. Com. de *Opuntia streptacantha-Opuntia leucotricha*. 6. Com. de *Echinocactus platyacanthus-Gochnatia hypoleuca*. 7. Subcomunidad de *Echinocactus platyacanthus-Helietta parvifolia*. 8. Com. de *Yucca filifera-Prosopis laevigata*. 9. Com. de *Lycium berlandieri-Celtis reticulata*.

Comunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Intervalo altitudinal (m x 100)	25-31	23-26	21-26	17-20	17-22	17-20	13-16	12-19	13-15
Nº de inventarios considerados	8	7	8	8	9	11	5	12	5
Quercus greggii	V								
Quercus hintoniorum	IV								
Agave gentryi	IV								
Carex schiedeana	IV		II						
Arbutus xalapensis	IV		II						
Ceanothus greggii	II	V							
Pinus cembroides	III	V							
Castilleja tenuiflora		IV							
Lindleya mespiloides		V	II			III		I	
Arctostaphylos pungens		III							
Garrya ovata	II	III							
Quercus pringlei C2	II	V	V						
Comarostaphylis polifolia C2	II	III	III						
Amelanchier denticulata	II	II	IV						
Salvia concolor	II		IV						
Quercus laeta			V						
Quercus mexicana			V						

Continuación. Anexo 2.

Comunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Intervalo altitudinal (m x 100)	25-31	23-26	21-26	17-20	17-22	17-20	13-16	12-19	13-15
Nº de inventarios considerados	8	7	8	8	9	11	5	12	5
Chaptalia seemannii			V	II					
Quercus diversifolia			IV						
Juniperus erythrocarpa				V		III			
Agave asperrima				IV					
Berberis trifoliolata		IV		V	III				
Eupatorium espinosarum		III		V		IV			
Casimiroa pringlei				III					
Opuntia stenopetala		III		V		V			
Opuntia engelmannii				II	V			V	
Opuntia leucotricha					V				
Dalea tuberculata					V				II
Opuntia streptacantha					V				
Acacia schaffneri					III				
Fraxinus greggii		II				V	V		
Gochnatia hypoleuca			II	II		V	V	I	
Echinocactus platyacanthus						V	III	II	
Hechtia glomerata						III	V	II	
Helietta parvifolia							V		
Bauhinia unifolia							V		
Dasylirion longissimum							III		
Agave striata var *falcata*							III		
Acacia berlandieri							III		
Prosopis laevigata					III			V	II
Koeberlinia spinosa					II			IV	
Larrea tridentata					III			V	III
Parthenium incanum					III			IV	
Lycium berlandieri								IV	V
Celtis pallida					II			II	V

Continuación. Anexo 2.

Comunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Intervalo altitudinal (m x 100)	25-31	23-26	21-26	17-20	17-22	17-20	13-16	12-19	13-15
Nº de inventarios considerados	8	7	8	8	9	11	5	12	5
Prosopis glandulosa var. *torreyana*								II	V
Rhus microphylla					IV			II	V
Condalia mexicana								I	V
Viguiera dentata								I	IV
Aloysia lycioides					III				V
Celtis reticulata									V
Mimosa constricta									IV
Opuntia lindheimeri									IV
Dicraurus leptocladus									IV

ANEXO 3

Principales indicadores de los termotipos y horizontes reconocidos. Acrónimos: STs: Supratropical superior. STi: Supratropical inferior. MTs: Mesotropical superior. MTi: Mesotropical inferior. TTs: Termotropical superior.

BIOINDICADORES	TERMOTIPOS Y HORIZONTES				
	STs	STi	MTs	MTi	TTs
Quercus greggii	●				
Quercus hintoniorum	●				
Agave gentryi	●				
Carex schiedeana	●	o			
Arbutus xalapensis	●	o			
Garrya ovata	o	●			
Ceanothus greggii	o	●			
Pinus cembroides	o	●			
Salvia concolor	o	●			
Quercus laeta		o	●		
Quercus mexicana		o	●		
Amelanchier denticulata		o	●		
Lindleya mespiloides			●	o	
Chaptalia seemannii			●	o	
Agave striata var. *striata*			o	●	
Parthenium incanum			o	●	
Juniperus erythrocarpa			o	●	
Agave asperrima			o	●	
Acacia schaffneri			o	●	
Opuntia engelmannii			o	●	
Gochnatia hypoleuca			o	●	o
Opuntia leucotricha				●	
Dalea tuberculata				●	
Koeberlinia spinosa				●	
Fraxinus greggii				●	
Hechtia glomerata				●	o

Continuación. Anexo 3.

BIOINDICADORES	TERMOTIPOS Y HORIZONTES				
	STs	STi	MTs	MTi	TTs
Karwinskia humboldtiana				●	o
Prosopis laevigata				●	o
Opuntia streptacantha				●	o
Karwinskia mollis				●	o
Senna wislizeni				●	o
Echinocactus platyacanthus				●	o
Lycium berlandieri				●	●
Celtis pallida				●	●
Citharexylum brachyanthum				●	●
Prosopis glandulosa var. *torreyana*				●	●
Larrea tridentata			o	●	●
Helietta parvifolia				o	●
Bauhinia unifolia				o	●
Acacia berlandieri				o	●
Aloysia lycioides				o	●
Condalia mexicana				o	●
Celtis reticulata					●
Ephedra pedunculata					●
Mimosa constricta					●
Opuntia lindheimeri					●
Dicraurus leptocladus					●
Rivina humilis					●
Acacia farnesiana					●



Acta Botanica Mexicana 94: 125-140 (2011)

PERIDINIUM QUINQUECORNE VAR. *TRISPINIFERUM* VAR. NOV. (DINOPHYCEAE) FROM A BRACKISH ENVIRONMENT

José Antolín Aké-Castillo[1] and Gabriela Vázquez[2]

[1]Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencia Marinas y Pesquerías.
Calle Hidalgo 617, Colonia Río Jamapa, 94290 Boca del Río,
Veracruz, México. aake@uv.mx
.[2]Instituto de Ecología, A.C. Red de Ecología Funcional. Carretera antigua a
Coatepec 351, El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México.

ABSTRACT

Peridinium quinquecorne is a marine dinoflagellate that bears four characteristic thick spines on the hypotheca. Some specimens, which characteristics of shape, number and arrangement of plates matched those of this species, were found in phytoplankton samples collected at the Sontecomapan coastal lagoon, Mexico, in 1999, 2001, 2003 and 2007. However, the organisms collected bore three spines on the hypotheca instead of four, as described for *P. quinquecorne*. The number of spines and their position on antapical plates were features consistently observed over at least a nine years period. From October 2002 to October 2003, we followed the dynamics of the phytoplankton community at the lagoon and this organism was found only in February and June, when salinity values were lower than 21‰ and temperatures higher than 24.5 °C. In February 2003, this organism reached high cell densities and became the dominant species in the phytoplankton community. Based on observations on the morphology of this dinoflagellate under the light and electron microscopes and its constant possession of only three spines, we propose the new variety name *Peridinium quinquecorne* var. *trispiniferum* for this taxon which caused a bloom in this tropical brackish system.

Key words: bloom, coastal lagoon, dinoflagellate, Gulf of Mexico, new taxon.

RESUMEN

Peridinium quinquecorne es un dinoflagelado marino que se caracteriza por la presencia de cuatro espinas conspicuas en la hipoteca. En la laguna de Sontecomapan, en el

Golfo de México, en muestras de fitoplancton de 1999, 2001, 2003 y 2007, encontramos un organismo cuyas características de forma, número y arreglo de placas coincidieron con las descritas para esta especie. Sin embargo, las poblaciones registradas presentaron sólo tres espinas en la hipoteca en lugar de las cuatro descritas para *P. quinquecorne*. El número de espinas y su posición en las placas antapicales fue un rasgo constante que se ha observado en un período de nueve años. A partir de octubre de 2002 a octubre de 2003 se estudió la dinámica de la comunidad fitoplanctónica de la laguna de Sontecomapan, y la presencia de este organismo se detectó en los meses de febrero y junio, cuando las salinidades de la laguna estuvieron por debajo de valores de 21‰ y a temperaturas mayores a 24.5 °C. En febrero de 2003 alcanzó densidades altas, siendo la especie dominante en la comunidad fitoplanctónica. Basándonos en las observaciones de la morfología de este dinoflagelado en microscopios óptico y electrónico y la posesión de sólo tres espinas como un carácter constante, proponemos la nueva variedad *Peridinium quinquecorne* var. *trispiniferum* para este taxon que causó un florecimiento en este sistema tropical salobre.

Palabras clave: dinoflagelado, florecimiento, Golfo de México, laguna costera, taxon nuevo.

INTRODUCTION

Peridinium quinquecorne Abé is a marine thecate dinoflagellate that bears four characteristic thick spines on the hypotheca (Abé, 1927; Horiguchi & Pienaar, 1991). Its thecal plate arrangement is pp, x, 3', 2a, 7'', 5c, 5''', 2'''' 4s, with a large second intercalary plate as a distinctive feature. Horiguchi & Pienaar (1991) have described some variation in cell shape from diamond to ovoid, and also some variation in the sulcus to antapex length in this species, related to the development of the intercalary bands. The number and pattern of plates, a left-handed, slightly displaced cingulum, and the four antapical spines are consistent features of this species (Madariaga et al., 1989; Horiguchi & Pienaar, 1991; Trigueros et al., 2000).

Since the description of *Peridinium quinquecorne* in Japan, its known distribution range has been extended to include the Mediterranean Sea (Halim, 1965; Spatharis et al., 2009), Maribago Bay, Philippinnes (Horstmann, 1980), Northern Spain (Madariaga et al., 1989), South Africa (Horiguchi & Pienaar, 1991), China's regional seas (Shen et al., 2001), the Mexican Pacific (Cortés-Altamirano, 2002; Okolodkov & Gárate-Lizárraga, 2006), the Gulf of Mexico (Barón-Campis et al., 2005; Okolodkov et al., 2007) and the Caribbean Sea (Margalef, 1961; Faust et al.,

2005). These records indicate that *P. quinquecorne* lives in temperate and tropical marine waters, although germination of cysts from Finland sediments under experimental conditions, suggests that this species is able to grow under salinities of 6 ‰ and temperatures between 10 and 20 °C (Pertola et al., 2006).

From an ecological point of view, *Peridinium quinquecorne* is a significant component of the estuarine phytoplankton causing blooms in the Philippines (Horstmann, 1980), Northern Spain (Madariaga et al., 1989; Trigueros et al., 2000) and China's regional seas (Shen et al., 2001). In the Gernika estuary (Northern Spain), this species is responsible for most of the primary production during the summer and in the same region (Urdaibai estuary), cell densities reached 450 cells ml^{-1} with best growth at temperatures higher than 20 °C and 29‰ salinity (Madariaga et al., 1989; Trigueros et al., 2000). Records of algal blooms caused by this species around the world have become more common recently: Gulf of Mexico (Barón-Campis et al., 2005), Gulf of California (Gárate-Lizárraga & Muñetón-Gómez, 2008), and the Meditterranean Sea (Spatharis et al., 2009).

Specimens of a dinoflagellate resembling *P. quinquecorne* were repeatedly found in samples collected in different years (1999, 2001, 2003, and 2007) in the Sontecomapan Lagoon, a tropical coastal lagoon located at the southern Gulf of Mexico. Features such as cell form, the number and arrangement of thecal plates and the presence of spines on the hypotheca of these specimens did match those of *Peridinium quinquecorne*; however, the number of spines did not. This difference was consistently observed in specimens from the Sontecomapan lagoon, where they caused an important bloom in 2003. Morphological studies of dinoflagellate specimens collected in different years showed that the presence of only three spines and their location on the antapical plates were a constant characteristic. Therefore, we propose the description of a new variety with some ecological remarks.

MATERIAL AND METHODS

The Sontecomapan lagoon is a tropical coastal lagoon permanently connected to the sea (Fig. 1), with a mean depth of 1.5 m and a high spatial and temporal variation in salinity, ranging from freshwater to marine conditions (Aké-Castillo et al., 1995). The lagoon is fringed by mangrove forest in which *Rhizophora mangle* L. is the dominant species and contributes a high biomass of litter directly into the lagoon (Aké-Castillo et al., 2006). The phytoplankton community is dominated by diatoms with freshwater, brackish and marine affinities (Aké-Castillo et al., 1995,

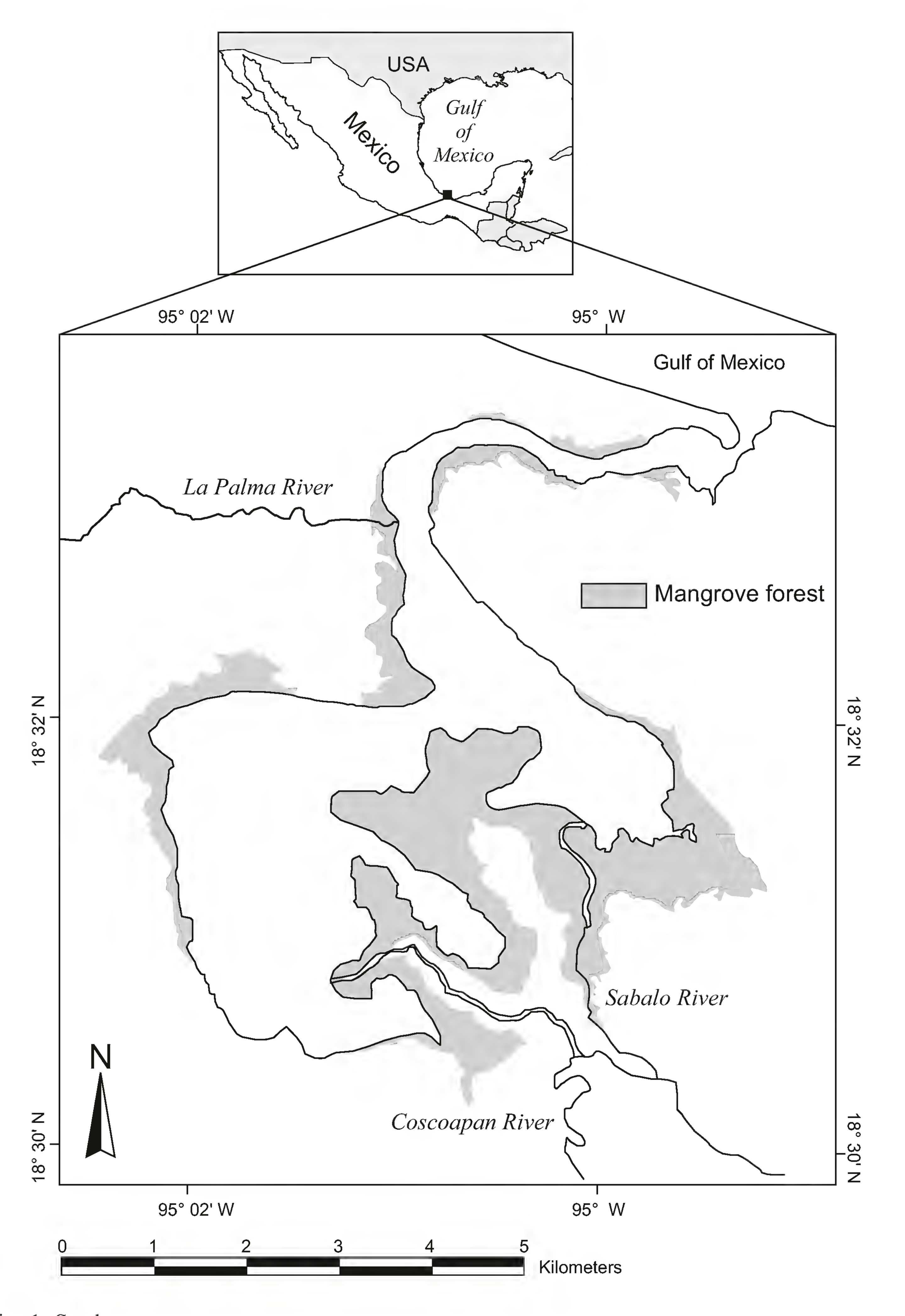


Fig. 1. Study area.

2004; Aké-Castillo & Vázquez, 2008). However, during the dry season of the year (i.e., from March to May), the dinoflagellate *Ceratium furca* var. *hircus* (Schröder) Margalef is the dominant species (Guerra-Martínez & Lara-Villa, 1996).

Net and bottle samples (preserved with 4% final concentration formalin and Lugol-acetate, respectively) that had been collected in June 1999, December 2001, February and June 2003, and March 2007 in the Sontecomapan lagoon, were used to study the dinoflagellate of interest. Bottle samples collected bimonthly (from two depths: surface and close to the bottom) from October 2002 to October 2003 were used to study the dynamics of this dinoflagellate.

Wet mount slides were examined under a light microscope (Nikon Eclipse 80i). Following Lebour (1925), wet mounts containing the dinoflagellate were stained with trypan blue to make the plate pattern evident. The length and width of 30 cells from each sample were measured using an ocular micrometer at 1000x. Drawings were made using a camera lucida and photographs taken using a digital camera Nikon COOLPI4300. Terminology of plate tabulation followed Horiguchi & Pienaar (1991). Samples with the dinoflagellate were prepared for critical point drying (Lewis et al., 2001) and observed under a scanning electron microscope JEOL-5600.

We used the samples collected from October 2002 to October 2003 for quantitative analysis (Aké-Castillo & Vázquez, 2008). Cell counts were made applying the Utermöhl's method under an inverted microscope Leica DMIL (Hasle, 1978).

RESULTS

Description

Peridinium quinquecorne var. **trispiniferum** Aké-Castillo et Vázquez var. nov.

Cellula solitaria, 17.5-42.5 µm longa, 15-35 µm lata. Tres spinae conspicuae in hypotheca. Chromatophora parva rotunda flavo-viridula numerosa. Formula laminarum pp, x, 3', 2a, 7'', 5c, 5''', 2''''.

Cells solitary, 17.5-42.5 µm long, 15-35 µm wide. Three conspicuous spines on the hypotheca, which distinguish it from the type variety. Numerous small yellow-greenish chloroplasts. Plate formula pp, x, 3', 2a, 7'', 5c, 5''', 2''''.

Observations

The overall shape of the cell body is ovoid, and divided near the middle by the cingulum (Fig. 6). The epitheca is conical with an evident apical pore (Figs. 6, 7), whereas the hypotheca is rounded and bears three long spines (Figs. 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16). Short spines can be present on the precingular as well as on the postcingular plates (Fig. 9). Plate 1a is pentagonal, located between plates 1'', 2'', 3'', 2' and 2a (Fig. 13). Plate 2a is large, with seven unequally-sized sides, and the vertices opposite to the apical pore may not be evident, giving the plate a curved appearance (Fig. 14). Intercalary bands are sometimes well developed. Precingular plates are unequal in form and size (Fig. 14). The cingulum is formed by five plates and slightly displaced towards the epitheca. The sulcus does not penetrate into the epitheca and does not reach the antapex (Fig. 15). The three spines on the hypotheca are prominent and straight, rarely one curved. One spine arises from the edge of plate 1'''' and two from opposite edges of plate 2'''' (Figs. 15, 16). The numerous chloroplasts are discoid and green-yellowish.

Holotype: Figs. 2-5.

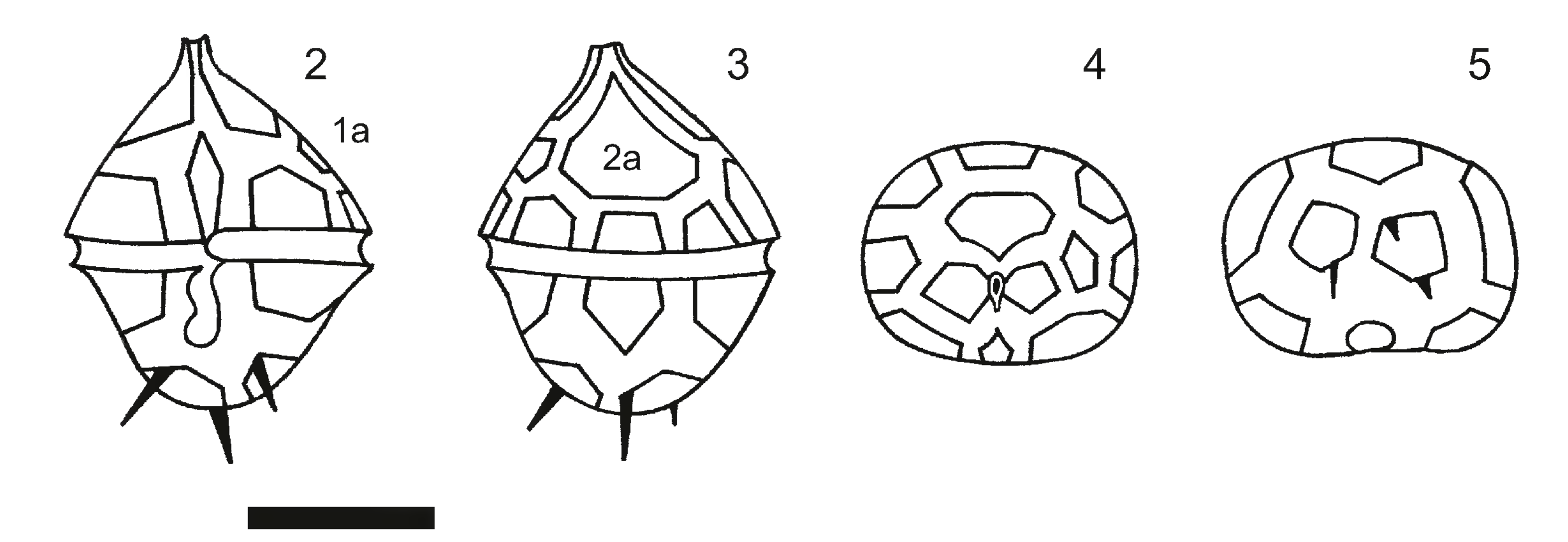
Type locality: Sontecomapan Lagoon, Veracruz, Mexico (18° 30' - 18° 34' N and 94° 59' - 95° 04' W).

Date: 19 February 2003.

Collector: J. A. Aké-Castillo.

Etymology: The variety name makes reference to the three thick spines on the hypotheca.

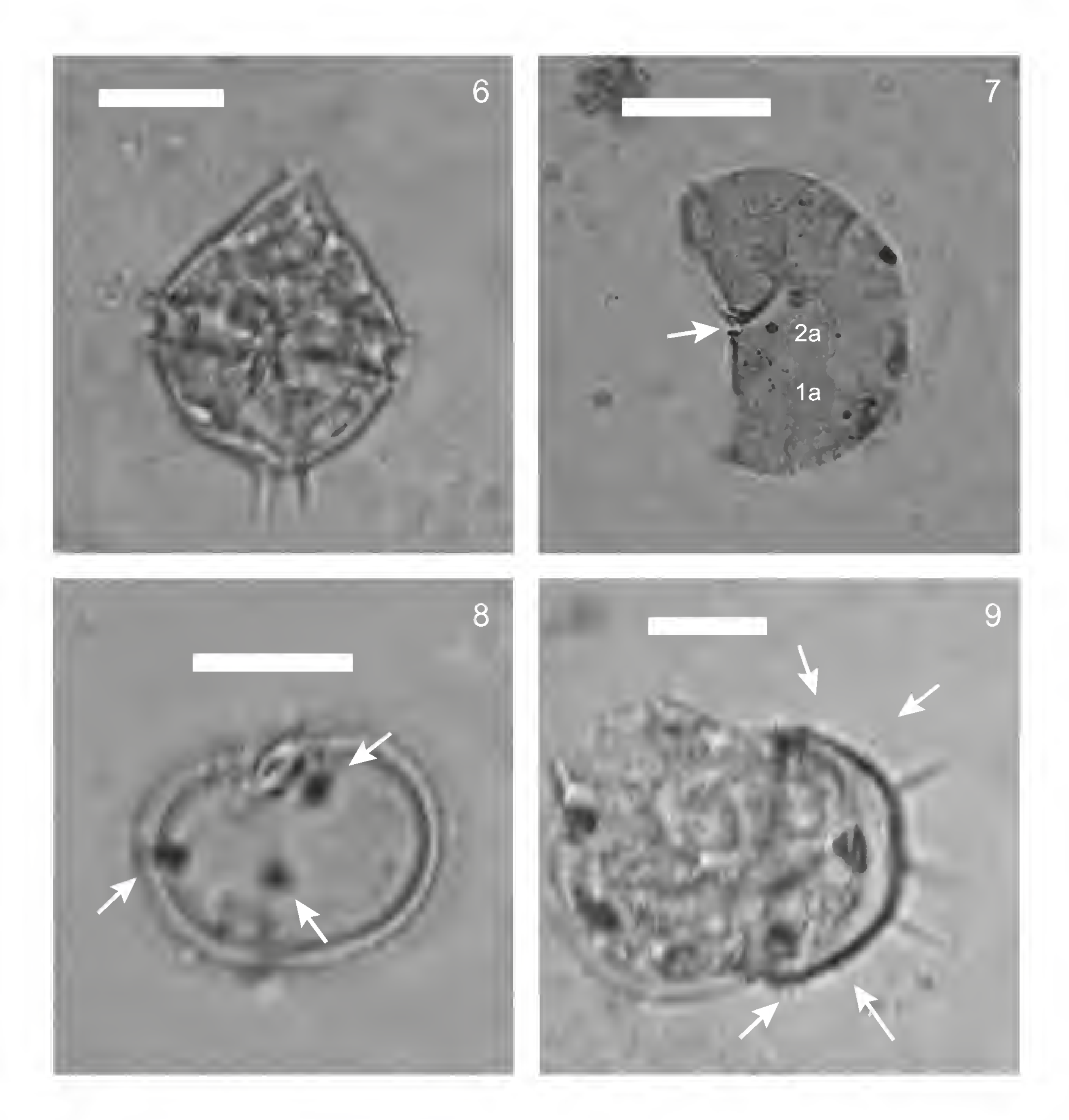
Habitat: Planktonic, from brackish environments.



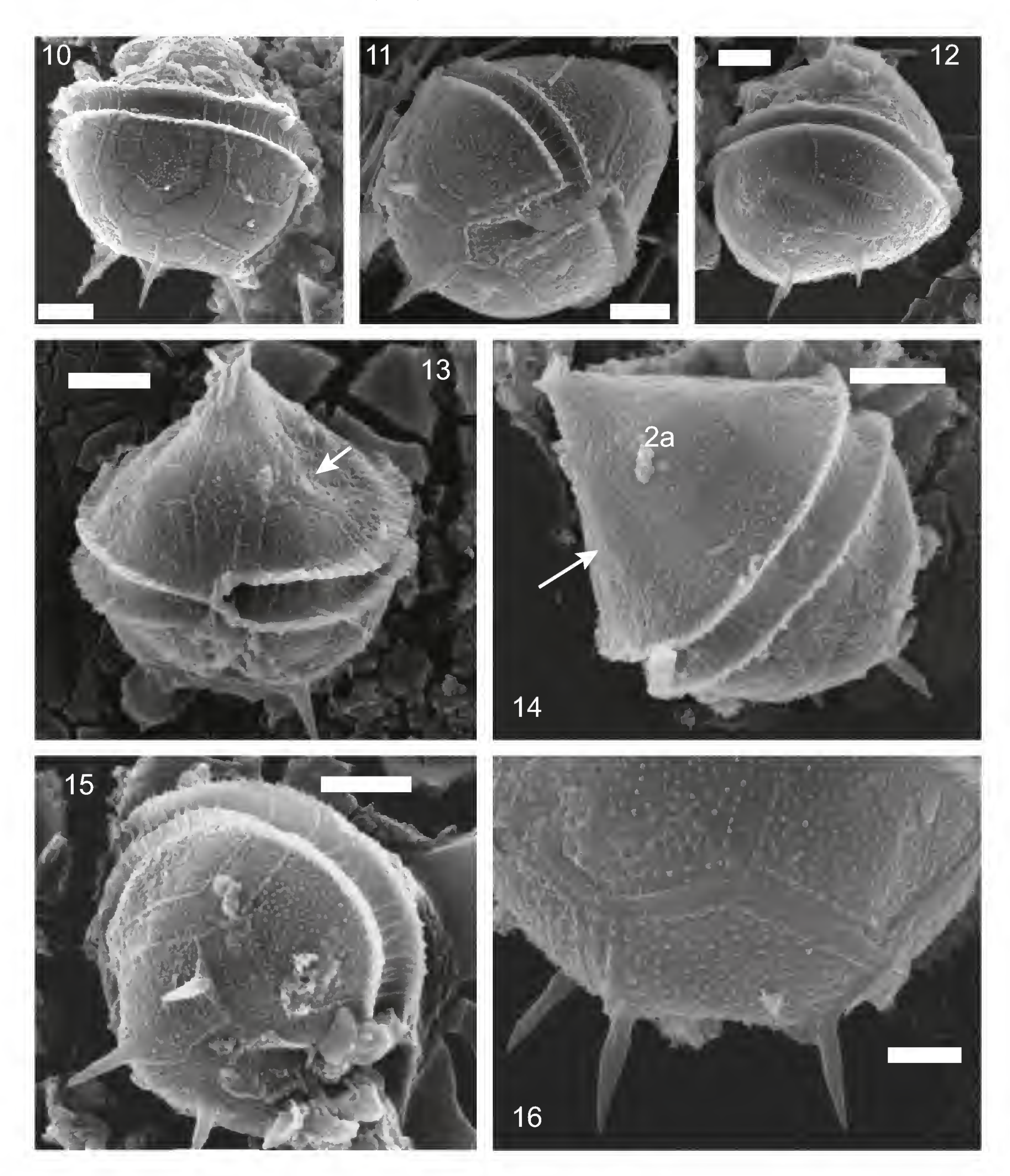
Figs. 2-5. Plate tabulation of *Peridinium quinquecorne* var. *trispiniferum*. Fig. 2. Ventral view. Fig. 3. Dorsal view. Fig. 4. Epitheca. Fig. 5. Hypotheca. Scale bar = 20 µm.

Ecological observations

Over the period October 2002 to October 2003, *Peridinium quinquecorne* var. *trispinifera* was only recorded in the February and June samples. It reached the highest densities in February and the lowest ones in June, when it was only recorded in few samples. Densities ranged from 12 to 4515 cells ml^{-1} in February, and from 4 to 282 cells ml^{-1} in June (Table 1). The highest cell density (4515 cells ml^{-1}) was recorded at 10‰ salinity and 28.4 °C temperature.



Figs. 6-9. *Peridinium quinquecorne* var. *trispiniferum* LM. Fig. 6. Ventral view. Fig. 7. Plate pattern of the epitheca. Note intercalary plates 1a and large plate 2a (indicated by numbers) and the pore plate (arrow). Fig. 8. View of the hypotheca showing three thick spines (arrows) Fig. 9. View of the hypotheca with additional small spines (in focus) on the postcingular plates (arrows). Scale bars = 10 µm.



Figs. 10-16. *Peridinium quinquecorne* var. *trispiniferum* SEM. Fig. 10. Specimen collected in June 1999. Fig. 11. Specimen collected on December 2001. Fig. 12. Specimen collected in March 2007. Figs. 13-16. Specimens collected in February 2003. Fig. 13. Ventral view. Note plate 1a (arrow). Fig. 14. Dorsal view showing plate 1a (arrow) and the large plate 2a. Fig. 15. Spines position on the hypotheca: one spine on plate 1”” and two on plate 2””. Fig. 16. Detail of the spines. Note the position of the spines at the plates’ edge. Scale bars = 5 μm (Figs. 10-12) or 2 μm (Fig. 13).

Table 1. Descriptive statistics for cell density, salinity and temperature of samples where *Peridinium quinquecorne* var. *trispiniferum* occurred over the study period October 2002 - October 2003.

	February (n = 12)				June (n = 7)			
	Mean	Min.	Max.	Std. error	Mean	Min.	Max.	Std. error
Cells ml-[1]	634.5	12	4515	361.62	44.3	4	282	39.72
Salinity ‰	11.16	5	21	1.55	19.14	10	32	2.92
Temperature ºC	26.03	24.5	28.4	0.30	30.95	29.1	32.3	0.37

n= number of samples

DISCUSSION

Phytoplankton communities of coastal lagoons are complex, as a high diversity of freshwater and marine organisms can co-occur in these environments. As a consequence, confusion about the identification of microalgae may arise. Within dinoflagellates, some genera are distinctively freshwater or marine organisms, but others can be found in both environments (Dodge, 1985; Popovský & Pfiester, 1990). The genus *Peridinium* Ehrenberg was split by Gran in 1902 into the genera *Peridinium* and *Protoperidinium* Bergh, thus providing a broad separation between the freshwater (*Peridinium*) and the marine species (*Protoperidinium*) (Balech, 1974). Thus, the genus *Peridinium* is commonly regarded to occur only in freshwater environments, but the subdivision into two genera was based on the number of cingular plates (*Peridinium* bears more than five plates) and, so far, the only species of this genus that is known to occur in marine and brackish environments is *Peridinium quinquecorne*. In addition, *P. aciculiferum* Lemmermann has been recorded in marine environments in Europe (Popovský & Pfiester, 1990), and in estuarine environments in the Gulf of Mexico (Steidinger et al., 2009). As this species is characteristic of freshwater environments (Hansen & Flaim, 2007), its occurrence in marine environments might be the result of river transportation.

Some morphological features -such as cell shape, number and arrangement of plates, and presence of spines on the antapical plates- of the dinoflagellate specimens collected in the Sontecompan Lagoon matched perfectly those of *P. quinquecorne*. However, the number of spines, three in the specimens from the Sontecomapan Lagoon, differed from the typical four of *P. quinquecorne* (Abé, 1927; Horiguchi & Piennar, 1986, 1991).

When Abé described *Peridinium quinquecorne* in 1927, he based his observations on two individuals found in marine plankton from Mutsu Bay, Japan. He mentioned that this species has four apical, three intercalary and seven precingular plates (4^{l}, 2γ, 7^{a}). Also mentioned the presence of four spines on the hypotheca, which were commonly curved inwardly or ventrally, and these structures became the most distinctive feature for this species. In 1981 (Abé, 1981), Abé reexamined a few living specimens from which he obtained cultured specimens bearing either complete or incomplete structures and assigned them to *P. quinquecorne*. Although he pointed out that the study of thecal morphology did not help to establish their taxonomic position, he believed that these specimens belonged to the genus *Peridinium*. In his description of these specimens, mentioned that some of those presented three spines, and described one small fifth spine between the two median spines. He mentioned that the specimens showed variations in the number of intercalary plates, having either two or three of them, and concluded that the specimens had three apical plates, a varying number of intercalary plates and seven precingular plates. Thus, the new description was quite different from the first one from 1927 in which he mentioned four apical plates. Horiguchi & Pienaar (1986) studied, for the first time, the ultrastructure of *P. quinquecorne* using electron microscopy and showed micrographs of their specimens. They summarized the tabulation formula based on Abé's latest work as follows: pp, 3’, 2-3a, 7’’, 5’’’, 2’’’’ and 4-5 prominent antapical spines. However, they pointed out that their specimens always bore four antapical spines. Fukuyo et al. (1990) studied material from Japan and southern Asia and described the tabulation pattern of *P. quinquecorne* as Po, 3’, 2-3a, 7’’, 5’’’, 2’’’’ with some variation in the number of spines, having three to five thick spines. One year later, Horiguchi & Pienaar (1991) studied in detail the micro-morphology of *Peridinium quinquercone* and described the plate arrangement as follows: pp, x, 3’, 2a, 7’’, 5c, 5’’’, 2’’’’, 4s and mentioned the location of two spines on plate 1’’’’ and two on plate 2’’’’ (Table 2).

After this latest description, no other variations in the number of intercalary plates have been reported. Thus, the plate arrangement seems to be a constant characteristic in this species. Halim (1967) and Horstmann (1980) mentioned three intercalary plates in this species. However, we agree with Fukuyo et al. (1990) and Horiguchi & Sotto (1994) in that Halim's specimens were erroneously identified as *Peridinium quinquecorne* as the plate tabulation does not correspond to that established by both Abé (1981) and Horiguchi & Pienaar (1991). Horstmann's species is enigmatic as he based his plate tabulation on Halim's work but his figures do not show the plate pattern. We agree with Horiguchi & Pienaar (1991) in that *Peridinium*

Table 2. Plate formulae and number of spines that have been described for *Peridinium quinquecorne*.

Reference	Plate formula	Number of spines	Location
Abé 1927	4l, 2γ, 7a	4	Hadakaiwa, Mutsu Bay, Northern Japan
Halim 1967*	4', 3a, 7, 5''', 2''''	1-4	South-east Caribbean Sea
Horstman 1980**	4', 3a, 7, 5''', 2''''	5 or more	Maribago Bay, Philippines
Abé 1981	pp, 3', 2-3a, 7'', 5''', 2''''	3-5	Asamushi, Mutsu Bay, Northern Japan
Horiguchi & Pienaar 1986	pp, 3', 2-3a, 7'', 5''', 2'''' (based on Abé 1981)	4	Amanzimtoti and Palm beach, South Africa
Fukuyo et al. 1990	Po, X, 3', 2a, 7'', 5''', 2''''	3-5	Japanese and southeast Asian coastal waters
Horiguchi & Pienaar 1991	pp, x, 3', 2a, 7'', 5c, 5''', 2''''	4, two on each antapical plate	Natal coast, South Africa
Horiguchi & Sotto 1994	pp, x, 3', 2a, 7'', 5c, 4s, 5''', 2''''	4, rarely 5 or more	Maribago Bay, Philippines
Trigueros et al. 2000	po, x, 3', 2a, 7'', 5c, 4s, 5''', 2''''	4	Urdaibai estuary, Northern Spain
This work, variety *trispiniferum*	pp, x, 3', 2a, 7'', 5c, 5''', 2''''	3, one on first antapical plate, two on second antapical plate	Sontecomapan lagoon, Veracruz, Gulf of Mexico

* misidentified, probably *Scrippsiella gregaria* or *Peridinium sociale* (see Horiguchi & Sotto, 1994)
** enigmatic identity as plate pattern can not be resolved from figures (see Horiguchi & Sotto, 1994)

quinquecorne has only two intercalary plates, and that dorsal view observations have to be made carefully in order to prevent confusing the plate 2a with an apical plate, following Balech's (1980) criterion, that this plate does not touch the apical pore. Besides Abé's work, we found only one other report (Fukuyo et al., 1990) describing *P. quinquercone* with three spines. These authors pointed out a variation from three to five spines on the hypotheca in specimens from Japan. They showed a

specimen with five thick spines, four of which were located on the edges of antapical plates, and the fifth one on the suture, close to the second antapical plate (figure C, p. 138, Fukuyo et al., 1990). Their three-spine specimen bears one spine on the first antapical plate, and the other two on the second antapical plate (figure D, p. 138 Fukuyo et al., 1990) just as in our specimens from the Sontecomapan Lagoon. In Maribago Bay, Horstsmann (1980) found specimens of *Peridinium quinquecorne* bearing five or even more spines on the hypotheca. He showed a picture (figure 4 in Horstmann, 1980) clearly depicting four thick spines that arise from antapical plates, and two smaller spines from the postcingular plates. However, the identity of Hortsmann's specimens has been questioned by Horiguchi & Sotto (1994) and it is considered enigmatic as the plate pattern described by Horstmann did not fit that of *P. quinquecorne*. The variation in the number of spines mentioned by Halim (1967) does not correspond to *P. quinquecorne*, as he misidentified his specimens. Other works, where descriptions are provided or photos are shown, have invariably mentioned four spines on the antapical plates (Madariaga et al., 1989; Trigueros et al., 2000; Barón-Campis et al., 2005; Faust et al., 2005; Horiguchi & Takano, 2006; Gárate-Lizárraga & Muñetón-Gómez, 2008). Thus, the four spines seem to be the most distinctive feature of *P. quinquecorne*.

The presence of three spines was a consistent feature in our specimens from the Sontecomapan Lagoon, as it was observed over a period of at least nine years. The position of these spines was always the same: one on plate 1'''' and two on opposite edges of plate 2'''' (see figures 10-12, 15 of specimens from different years). A recent bloom of *Peridinium quinquecorne* in the coastal zone of Veracruz, Gulf of Mexico, involved specimens invariably bearing four spines (Baron-Campis et al., 2005). Thus, our proposal of a new variety is based on the following arguments: 1) populations of the species in Sontecomapan Lagoon having only three antapical spines, 2) permanency over time of this characteristic, and 3) consistency of the spines' location on antapical plates. We believe that we are dealing with a taxon different from the typical *P. quinquecorne* and, as the presence of three spines had been previously described for this species (Abé, 1981; Fukuyo et al., 1990), we propose the new taxon as an infraspecific name of *Peridinium quinquecorne*: the variety *trispiniferum*.

The occurrence of high densities of this organism indicates that we are dealing with a bloom-forming species. Blooms of this new variety occurred at the beginning of the dry season and were followed by the dominance of two other dinoflagellates: *Ceratium furca* var. *hircus* (Schröder) Margalef and *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge (Aké-Castillo & Vázquez, 2008). Temperatures higher than 24.5 °C

and salinities lower than 21‰ were correlated with high cell densities. Thus, *Peridinium quinquecorne* var. *trispiniferum* can be characterized as a mesohaline species with affinity for warm waters. To our knowledge, *P. quinquecorne* has never been reported as a toxic microalga, but it can be considered as a harmful one as it may cause fish mortality by depleting dissolved oxygen (Shamsudin et al., 1996).

The finding of this new bloom-forming taxon in a tropical brackish system makes evident the necessity of further studies on phytoplankton in tropical zones that are known to harbor a high biodiversity. As suggested for other dinoflagellates (Hernández-Becerril & Alonso-Rodríguez, 2004), variation in microalgae morphology could hide different taxa.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Instituto de Ecología, A. C. provided financial support (projects 902-17 and 902-11-280) for this study. The new taxon was found in samples collected for the Ph. D. dissertation of J. A. Aké-Castillo, who thanks CONACYT for a scholarship (90031) granted during his doctoral studies. This paper was written under agreement MOD-ORD-70-08 PCI-1054-11-08 of the Programa para el Fomento, Desarrollo y Consolidación de Científicos y Tecnólogos CONACYT-UV. Javier Tolome, Ariadna Martínez and Ricardo Madrigal provided field support. Yuri Okolodkov made important suggestions on the manuscript and provided access to basic literature. Takeo Horiguchi kindly provided us with basic literature. We thank Tiburcio Láez for his skilful assistance at the Scanning Electron Microscope Unit, INECOL, A. C., Xalapa. Anonymous reviewers improved the manuscript with their suggestions. We thank Ma. Elena Sánchez-Salazar for reviewing the English translation.

LITERATURE CITED

Abé, T. H. 1927. Report of the biological survey of Mutsu Bay. 3. Notes on the protozoan fauna of Mutsu Bay. I. Peridiniales. Science Reports of the Tohoku Imperial University. Ser. 4, 2: 383-438.

Abé, T. H. 1981. Studies on the family Peridinidae. An unfinished monograph of the armoured dinoflagellata. Spec. Pub. Seto Mar. Biol. Lab. 6: 1-409.

Aké-Castillo, J. A., M. E. Meave & D. U. Hernández-Becerril. 1995. Morphology and distribution of species of the diatom genus *Skeletonema* in a tropical coastal lagoon. Eur. J. Phycol. 30: 107-115.

Aké-Castillo, J. A., S. L. Guerra-Martínez & M. E. Zamudio-Reséndiz. 2004. Observation on some species of *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) with reduced number of setae from a tropical coastal lagoon. Hydrobiologia 524: 203-213.

Aké-Castillo, J. A., G. Vázquez & J. López-Portillo. 2006. Litterfall and decomposition of *Rhizophora mangle* L. in a coastal lagoon in the southern Gulf of Mexico. Hydrobiologia 559: 101-111.

Aké-Castillo, J. A. & G. Vázquez. 2008. Phytoplankton variation and its relation to nutrients and allochthonous organic matter in a coastal lagoon on the Gulf of Mexico. Estuar. Coast. Shelf Sci. 78: 705-714.

Balech, E. 1974. El género *Protoperidinium* Bergh, 1981 (*Peridinium* Ehr., partim). Rev. Mus. Arg. C. Nat. "B. Rivadavia", Hidrobiología 4: 1-79.

Balech, E. 1980. On thecal morphology of dinoflagellates with special emphasis on circular and sulcal plates. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 7(1): 57-68.

Barón-Campis, S. A., D. U. Hernández-Becerril, N. O. Juárez-Ruíz & C. Ramírez-Camarena. 2005. Red tide produced by the dinoflagellate *Peridinium quinquecorne* in Veracruz, Mexico (Oct-Nov. 2002): morphology of the causative agent. Hidrobiológica 15: 73-78.

Cortés-Altamirano, R. 2002. Mareas rojas: Biodiversidad de microbios que pintan el mar. In: Cifuentes-Lemus, J. L. & J. Gaxiola-López. (eds.). Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa. Colegio de Sinaloa, México, D.F. pp. 29-41.

Dodge, J. D. 1985. Marine dinoflagellates of the British Isles. HSMO. London. 303 pp.

Faust, M. A., R. W. Litaker, M. W. Vandersea, S. R. Kibler & A. P. Tester. 2005. Dinoflagellate diversity and abundance in two Belizean coral-reef mangrove lagoons: a test of Margalef´s mandala. Atoll Res. Bull. 534: 103-131.

Fukuyo, Y., T. Hideaki, M. Chihara & K. Matsuoka. 1990. Red tide organisms in Japan, an illustrated taxonomic guide. U. Rokakuho Publ. Tokyo. 430 pp.

Gárate-Lizárraga, I. & M. S. Muñetón-Gómez. 2008. Bloom of *Peridinium quinquecorne* in la Ensenada de la Paz, Gulf of California (July 2003). Acta Bot. Mex. 83: 33-47.

Guerra-Martínez, S. L. & M. A. Lara-Villa. 1996. "Florecimiento" de *Ceratium furca* (Peridiniales: Ceratiaceae) en un ambiente salobre: Laguna de Sontecomapan, México. Rev. Biol. Trop. 44: 23-30.

Halim, Y. 1965. Microplancton des eaux égyptiennes. II. Chrysomonadines, Ebriediens et dinoflagellés nouveaux ou d´intérêt biogéographique. Rapp. Proc. Verb. Réun. Comm. Intern. Explor. Sci. Mer Méditerr. 18: 373-379.

Halim, Y. 1967. Dinoflagellates of the South-East Caribbean Sea (East-Venezuela). Int. Rev. Hydrobiol. 52: 701-755.

Hansen, G. & G. Flaim. 2007. Dinoflagellates of the Trentino Province, Italy. J. Limnol. 66(2): 107-141.

Hasle, G. R. 1978. The inverted-microscope method. In: Sournia, A. (ed.). Phytoplankton manual. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris. pp. 88-96.

Hernández-Becerril, D. U. & R. Alonso-Rodríguez. 2004. Study of the marine planktonic dinoflagellate *Ceratium divaricatum* (Dinophyceae), a confused and considerably variable species. Phycol. Res. 52: 346-354.

Horiguchi, T. & R. N. Pienaar. 1986. Ultrastructure of a marine dinoflagellate, *Peridinium quinquecorne* with special reference to its endosymbiotic alga. Electron Micro. Soc. South. Afr. Proc. 16: 107-108.

Horiguchi, T. & R. N. Pienaar. 1991. Ultrastructure of a marine dinoflagellate, *Peridinium quinquecorne* Abé (Peridiniales) from South Africa with particular reference to its chrysophyte endosymbiont. Bot. Mar. 34: 123-131.

Horiguchi, T. & F. B. Sotto. 1994. On the identity of a red-tide dinoflagellate in Maribago Bay, Philippines. Bull. Plankton Soc. Japan 41(2): 166-169.

Horiguchi, T. & Y. Takano. 2006. Serial replacement of a diatom endosymbiont in the marine dinoflagellate *Peridinium quinquecorne* (Peridiniales, Dinophyceae). Phycol. Res. 54: 193-200.

Horstmann, U. 1980. Observations on the peculiar diurnal migration of a red tide Dinophyceae in tropical shallow waters. J. Phycol. 16: 481-485.

Lebour, M. V. 1925. The Dinoflagellates of Northern Seas. Marine Biological Association. Plymouth, U.K. 250 pp.

Lewis, J., A. Rochon, M. Ellegaard, P. J. Mudie & I. Harding. 2001. The cyst-theca relationship of *Bitectatodinium tepikiense* (Dinophyceae). Eur. J. Phycol. 36: 137-146.

Madariaga, I., E. Orive & G. T. Boalch. 1989. Primary production in the Gernika Estuary during a summer bloom of the dinoflagellate *Peridinium quinquecorne* Abé. Bot. Mar. 32: 152-165.

Margalef, R. 1961. Hidrografía y fitoplancton de un área marina de la costa meridional de Puerto Rico. Invest. Pesq. 18: 33-96.

Okolodkov, Y. B. & I. Gárate-Lizárraga. 2006. An annotated checklist of dinoflagellates (Dinophyceae) from the Mexican Pacific. Acta Bot. Mex. 74: 1-174.

Okolodkov, Y. B., G. Campos-Bautista, I. Gárate-Lizárraga, J. A. G. González-González, M. Hoppenrath & V. Arenas. 2007. Seasonal changes of benthic and ephiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. Aquat. Microb. Ecol. 47: 223-237.

Pertola, S., M. A. Faust & H. Kuosa. 2006. Survey on germination and species composition of dinoflagellates from ballast tanks and recent sediments in ports on the South Coast of Finland, North-Eastern Baltic Sea. Mar. Poll. Bull. 52: 900-911.

Popovský, J. & L. A. Pfiester. 1990. Süswasserflora von Mitteleuropa, Band 6: Dinophyceae (Dinoflagellida). Gustav Fischer Verlag. Jena. Stuttgart. 271 pp.

Shamsudin, L., A. Awang, A. Ambak & S. Ibrahim. 1996. Dinoflagellate bloom in tropical fish ponds of coastal waters of the South China Sea. Environmental Monitoring and Assessment (Historical Archive) 40: 303-311.

Shen, C., S. C. Liew & L. K. Kwoh. 2001. Seawifs observation of chlorophyll distribution in regional seas. Paper presented at the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore. Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore: Singapore Institute of Surveyors and Valuers (SISV): Asian Association on Remote Sensing (AARS).

Spatharis, S., N. P. Dolapsakis, A. Economou-Amilli, G. Tsirtsis & D. B Danielidis. 2009. Dynamics of potentially harmful microalgae in a confined Mediterranean Gulf - Assessing the risk of bloom formation. Harmful Algae 8: 736-743.

Steidinger, K. A., M. A. Faust & D. U. Hernández-Becerril. 2009. Dinoflagellates (Dinoflagellata) of the Gulf of Mexico. In: Felder, D. L. & D. K. Camp (eds.). Gulf of Mexico–Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A&M Press, College. pp. 131-154.

Trigueros, J. M., A. Ansotegui & E. Orive. 2000. Remarks on the morphology and ecology of recurrent dinoflagellate species in the Estuary of Urdaibai (Northern Spain). Bot. Mar. 43: 93-103.

Recibido en abril 2009.

Aceptado en septiembre 2010.

AGRADECIMIENTOS

Acta Botanica Mexicana agradece a los siguientes investigadores su colaboración como árbitros durante el año 2010.

Wladyslaw Altermann
Paul E. Berry
Gregory K. Brown
Victor Manuel Chávez Ávila
Ramón Cuevas Guzmán
Alfonso Delgado-Salinas
Nelly Diego Pérez
Robert L. Dressler
Rafael Durán García
Urs Eggli
Francisco J. Espinosa García
Eduardo Estrada Castillón
José Luis Fernández Alonso
Paul A. Fryxell
Raquel Galván Villanueva
Javier García Cruz
José G. García-Franco
Héctor M. Hernández
Luis Hernández Sandoval
David Hunt
Guillermo Ibarra Manríquez
Jaime Jiménez Ramírez
Alba Estela Jofre y Garfias
Michael Krings
José Luis León de la Luz
Sergio Licea Durán
Rafael Lira Saade
Ana Rosa López-Ferrari
Lauro López Mata
Antonio Lot Helgueras
Emily J. Lott
Lucio Lozada Pérez
Martha J. Martínez Gordillo
Mahinda Martínez y Díaz
José M. Manzanares
Cristina Mapes
Harold G. Marshall
John T. Mickel
Francisco Molina Freaner
Jorge Molina Torres
Patricia Moreno Casasola
Alex Monro
Michael Nee
José L. Panero
Evangelina Pérez-Silva
Paul M. Peterson
Aarón Rodríguez Contreras
Viviane Renata Scalon
Edward Schilling
Gerald Seiler

Alan R. Smith
Mario Sousa Sánchez
Rodolfo Solano Gómez
John L. Strother
Walter Till
Leonardo Versieux
Heike Vibrans Lindemann
José Luis Villaseñor
Justyna Wiland-Szymanska

NORMAS EDITORIALES E INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Acta Botanica Mexicana es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de *Acta Botanica Mexicana*, ajustándose a las siguientes normas e instrucciones.

NORMAS

Principalmente se publicarán artículos escritos en español, aceptándose cierta proporción de trabajos redactados en inglés, francés o portugués.

Todo trabajo recibido por el Comité Editorial merecerá un inmediato acuse de recibo.

El Comité Editorial considerará, en primera instancia, la presentación y el estilo del artículo. Posteriormente será sometido a un sistema de arbitraje para su aceptación definitiva. En el referéndum participarán dos científicos especialistas en el tema, cuyas opiniones serán consideradas para la aceptación del trabajo. En caso de divergencia entre los árbitros, el artículo y las opiniones serán presentadas a un tercer revisor.

La decisión final sobre la aceptación de un trabajo corresponderá al propio Comité Editorial, tomando en cuenta las opiniones de los revisores.
El orden de publicación atenderá a las fechas de recepción y aceptación del trabajo. Cuando el trabajo sea aceptado para su publicación, el autor principal será notificado por escrito del número de revista en el que aparecerá y los costos derivados del derecho de página y compra de sobretiros.

No se aceptarán trabajos que, pudiendo integrarse como unidad, sean presentados por separado en forma de pequeñas contribuciones o notas numeradas. Asimismo, no serán aceptadas contribuciones preliminares o inconclusas, que sean factibles de terminar a mediano o corto plazos. Todo trabajo rechazado para su publicación no será aceptado con posterioridad.

INSTRUCCIONES

Enviar el escrito, incluyendo las imágenes y cuadros, en versión electrónica (en formato Word o RTF) a la siguiente dirección electrónica: rosamaria.murillo@inecol.edu.mx. La versión impresa puede ser enviada, pero no es indispensable. Las imágenes (ilustraciones en dibujo de línea, fotografías, gráficas y mapas), además deberán enviarse como archivos separados del documento de texto; en su presentación considere el formato de la revista. Los originales eventualmente pueden ser requeridos en cualquier etapa del proceso editorial.
El texto deberá ir a doble espacio, con letra de 12 puntos, en tamaño carta (21.5 x 28 cm), con márgenes de 3 cm, numeradas consecutivamente desde los resúmenes hasta la literatura citada. La carátula incluirá el título en español y en inglés, el nombre completo del autor o autores, créditos institucionales, dirección postal y electrónica. Favor de especificar el autor de contacto.

Los dibujos de línea y las fotografías deberán tener resoluciones mínimas de 600 y 300 dpi, respectivamente y guardarse con la extensión .tiff. Las gráficas y mapas generados en programas de análisis estadístico o sistemas de información geográfica, deberán entregarse en los formatos eps o pdf; si se incluyen gráficas en Excel, deberán también presentarse en el mismo formato de este programa. En el caso de fotografías digitales se sugiere a los autores capturar sus imágenes en formatos de alta calidad para impresión fotográfica como la extensión .tiff o .raw, con una resolución mínima arriba señalada. La publicación de imágenes en color implica un costo adicional, por lo que se recomienda agruparlas en láminas, evitando su presentación en forma aislada.
La contribución deberá estar redactada y escrita correctamente y sin errores. Se sugiere que el borrador del artículo se someta a la lectura de por lo menos dos personas con experiencia en la redacción de trabajos similares.

El texto debe incluir un resumen en el idioma en el que está escrito y/o en español, con una extensión proporcional a la del trabajo. Si el artículo está escrito en inglés, francés o portugués, se recomienda un amplio resumen en español.

Las leyendas de las ilustraciones se concentrarán todas en secuencia numérica en una (o varias) hojas por separado. La ubicación aproximada de cada figura deberá señalarse en el texto, anotando el número de figura en el margen izquierdo.

Todo trabajo de tipo taxonómico deberá ajustarse a la última edición del Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Para cualquier duda referente a la presentación de los escritos consulte los números ya publicados de la revista o bien diríjase a la dirección abajo señalada.

COSTOS DE PUBLICACIÓN Y SOBRETIROS

El Instituto de Ecología no pretende lucrar con la publicación de *Acta Botanica Mexicana*; a través de la solicitud de una contribución institucional para el financiamiento de cada publicación, sólo trata de recuperar una parte de los gastos derivados de dicha actividad.

La cuota por concepto de derecho de página es de $20.00 para México y $ 16.00 u.s.d. para el extranjero, quedando sujeta a cambios posteriores acordes con el aumento de los costos de impresión y relativos. El monto de la contribución se indicará junto con la aceptación definitiva del trabajo, demanera que el autor disponga de tiempo para tramitar esta ayuda.

Se obsequiarán a los autores 25 sobretiros por artículo. Si se desean sobretiros adicionales éstos se cobrarán al costo de impresión de los mismos. Al devolver a los editores las pruebas de plana corregidas, cada autor deberá incluir el importe determinado para la publicación de su trabajo y de los sobretiros extras solicitados.

Enviar correspondencia a: *Acta Botanica Mexicana*. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apartado postal 386, Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán. correo electrónico: rosamaria.murillo@inecol.edu.mx

Acta Botanica Mexicana Núm. 94
consta de 600 ejemplares y fue impresa en la
Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V.
Av. Lázaro Cárdenas Núm. 3052
Morelia, Mich.
el mes de diciembre de 2010



Toda correspondencia referente a suscripción, adquisición de números o canje, debe dirigirse a:

Acta Botanica Mexicana
Instituto de Ecología, A. C.
Centro Regional del Bajío
Apartado postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán, México
rosamaria.murillo@inecol.edu.mx
Suscripción anual: México $300.00 Extranjero $30.00 U.S.D.

Acta Botanica Mexicana es una publicación trimestral, enero 2011. Editor responsable: Jerzy Rzedowski Rotter. Composición tipográfica: Violeta Espinosa Cardoso. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2004-0719192751000-102. Número de Certificado de Licitud de título: 13454. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 11027. Domicilio de la publicación: Ave. Lázaro Cárdenas 253, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Imprenta: Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V. Ave. Lázaro Cárdenas 3052, Col. Chapultepec Sur, 58260 Morelia, Michoacán, México. Distribuidor: Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Ave. Lázaro Cárdenas 253, apdo. postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. http://www1.inecol.edu.mx/abm

Acta Botanica Mexicana, **Núm. 94 (2011)**

CONTENIDO